Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. S. Weller

Infektpseudarthrosen des Femurschaftes

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard–Karls–Universität
Tübingen

vorgelegt von
Ladislav Černík
aus Prag

1981

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. S. Weller

Infektpseudarthrosen des Femurschaftes

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard–Karls–Universität
Tübingen

vorgelegt von

Ladislav Černík

aus Prag

1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. K. Voigt
1. Berichterstatter: Professor Dr. S. Weller
2. Berichterstatter: Professor Dr. D. Veihelmann

---

gedruckt bei Fa. Hans-Joachim Köhler, Reprografischer Betrieb , Tübingen

Meiner Frau

Herrn Professor Dr. Weller danke ich sehr für das überlassene Thema.

Herrn Oberarzt Dr. Schmelzeisen danke ich herzlich für seine Unterstützung.

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
1.2.	Historischer Überblick	5
1.3.	Pathophysiologie und Klinik der Infektpseudarthrose	8
1.4.	Therapie der Infektpseudarthrose	14
1.4.1.	Osteosynthese	18
1.4.2.	Spül-Saugdrainage	25
1.4.3.	Sequestrotomie	30
1.4.4.	Knochentransplantation	32
1.4.5.	Weichteilsanierung	34
1.4.6.	Antimikrobielle Mittel	36
2.	PATIENTEN UND METHODIK	39
2.1.	Geschlechts- und Altersverteilung, Unfallzeitpunkt	40
2.2.	Verletzungsart und Lokalisation	42
2.3.	Vorbehandlung	45
2.4.	Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung	46
2.5.	Infektpseudarthrose-Behandlung	52
3.	ERGEBNISSE: Nachuntersuchung	67
4.	DISKUSSION	80
5.	ZUSAMMENFASSUNG	89
6.	LITERATUR	90
	ANHANG: Erhebungsbogen	

ABKÜRZUNGEN

Abb.	= Abbildung
AO	= Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
Außen-Rot.	= Außenrotation
äuß. Fix.	= äußere Fixation
BG-Unfallklinik	= Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
BKS	= Blutkörperchensenkung
bzw.	= beziehungsweise
Condylenpl.	= Condylenplatte
dist.	= distal
Innen-Rot.	= Innenrotation
MdE	= Minderung der Erwerbsfähigkeit
prox.	= proximal
Ps. aerug.	= Pseudomonas aeruginosa
St. aureus	= Staphylococcus aureus
Tab.	= Tabelle
u.	= und
u.Mitarb.	= und Mitarbeiter
Winkelpl.	= Winkelplatte

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Wenn ein Mensch einen Knochen gebrochen hat, dann erwartet er von der medizinischen Behandlung, daß der Knochenbruch in bestmöglicher Stellung ohne bleibende Behinderung zur Ausheilung kommt. Dafür sind im Lauf der Zeit eine Reihe von konservativen und operativen Behandlungsarten erdacht und erarbeitet worden. Dem medizinischen Behandlungsziel sind oft durch die Gegebenheiten Grenzen gesetzt. Die Zunahme des Straßenverkehrs und damit einhergehende Steigerung der Zahl der offenen Frakturen mit Weichteiltrauma einerseits und die immer häufiger durchgeführten operativen Versorgungen geschlossener Frakturen andererseits führen zur Erhöhung der Anzahl von Osteomyelitiden und Falschgelenkbildungen der langen Röhrenknochen.

Die Vorteile der operativen Frakturbehandlung geschlossener Frakturen liegen in der exakten Reposition und stabilen Fixation bei Vermeidung von Muskelatrophien und sekundären Gelenkschädigungen. Der rascher erfolgenden funktionellen und anatomischen Wiederherstellung einer verletzten Extremität durch die Osteosynthese steht die Gefahr einer Infektion entgegen (15).

Die eminenten Fortschritte in der Osteosynthese, die ausgefeilte Technik und die schätzenswerten Vorteile dürfen trotzdem die Infektionsgefahr nicht bagatellisieren. Der Prozentsatz mag noch so klein sein; ein langwieriges und langjähriges Krankenlager oder gar der Gliedmaßenverlust überschatten nachhaltig die Vorzüge der Osteosynthese (14).

Neben der Forderung nach strengsten aseptischen Verhältnissen muß der Operateur ausreichend technisch geschult sein und über die notwendige Erfahrung bei der Durchführung von Osteosynthesen verfügen (72).

Die Häufigkeit einer ossären Infektion soll nach Osteosynthesen geschlossener Frakturen und orthopädischen Eingriffen möglichst unter 2 % liegen (15; Tab. 1).

Tab. 1: Infektionshäufigkeit nach Osteosynthesen geschlossener Frakturen und orthopädischen Eingriffen

	% Infekte	
WOLBERGS, 1965	4,2	Traumatologie
ZIMMERMANN, 1967	4,0	Marknagel
WILLENEGGER, 1967	0,54	Sprunggelenk
TSCHERNE, 1969	1,5	Traumatologie
REHN, 1970	6,6	Traumatologie
TITZE, 1970	5,8	Trochanterregion
MORITZ, 1970	5,3	Winkelnagel
ALLGÖWER, 1971	1,4	Tibiafraktur
PLAUE, 1971	2.5	Orthopädie
SCHMELZEISEN, 1971	1,8	Primäre Osteosynthesen und Osteotomien
VASEY, 1971	3,1	Orthopädie/Traumatologie
BURRI, 1972/73	0,18	Traumatologie

Die Infektionshäufigkeit nach offenen Frakturen liegt im Durchschnitt um 10 %, wobei hier auch schwerste offene Verletzungen mit Beteiligung von Gefäßen, Nerven und Weichteilen enthalten sind, die früher meist zu einer Amputation führten (15).

Vollkommen keimfreie Operations- und Verletzungswunden sind selbst bei besten Sterilitätsbedingungen nicht möglich, sodaß Infektionen der Knochen nie gänzlich vermeidbar sein werden. Das Entstehen einer postoperativen Infektion ist abhängig von Keimart, -zahl, -virulenz, von der körpereigenen Abwehrlage des Verletzten (auch vom Lebensalter), von der Art und der Lokalisation der Verletzung

und nicht zuletzt von der Durchführung von Osteosynthesen, da die Mehrzahl der Knocheninfektionen auf mißlungene Osteosynthesen zurückzuführen sind (41, 68, 71).

In Gegenwart eines Infektes heilt die Fraktur nicht und in Gegenwart einer Fraktur mit Instabilität heilt der Infekt nicht aus (84); schließlich entsteht über die Phase der verzögerten Knochenbruchheilung eine voll ausgebildete Infektpseudarthrose, die als folgenschwerste Komplikation der operativen Knochenbruchbehandlung anzusehen ist. Dieser Zustand wirkt sich als schwere physische, psychische und soziale Belastung für den Patienten aus.

In der modernen operativen Behandlung von infizierten Pseudarthrosen ist es sehr wichtig, daß die Behandlungsdauer kurz und das Behandlungsresultat einer möglichst weitgehenden funktionellen und anatomischen Wiederherstellung der betroffenen Extremität entspricht.

In dieser Arbeit wird nach WELLER (86) die verzögerte Knochenbruchheilung dann als Infektpseudarthrose bezeichnet, wenn die infizierte Fraktur nicht innerhalb von 5 Monaten zur Konsolidierung gelangt. Diese zeitliche Festlegung ist erforderlich, um bei der Beurteilung von Behandlungsergebnissen eine Vergleichsmöglichkeit zu besitzen.

Der infizierten Pseudarthrose des Femurschaftes muß man eine besondere Bedeutung beimessen, denn bis in die späten sechziger Jahre hatte man nicht selten eine Amputationsrate von mehr als 30 % beobachtet (22).

Bis jetzt wurden jedoch nur Serien mit kleiner Anzahl von Infektpseudarthrosen des Femurschaftes publiziert: 18 Patienten bei WEBER und ČECH (84), 23 bei SAXER (66), 28 bei EVRARD und D'AUBIGNE (21), 32 bei EVRARD und LEBARD (22).

In der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, die mit ihrer septischen Abteilung als eine der Schwerpunktkliniken für die Therapie von Infektpseudarthrosen gilt, wurden von 1969 bis 1977 insgesamt 79 Infektpseudarthrosen des Femurschaftes (bei 77 Patienten) behandelt.

Gegenstand dieser Arbeit soll die Überprüfung der Behandlungsergebnisse bei Infektpseudarthrosen des Femurschaftes sein, wobei insbesondere auf die moderne operative Therapie eingegangen werden soll.

Eine ausführliche und theoretische Darstellung der PROBLEMSTELLUNG von Infektpseudarthrosen folgt in den Kapiteln 1.2. bis 1.4.6.:

1.2. Historischer Überblick

Der Mensch ist wohl immer ein Opfer der Krankheit gewesen, seit er vor etwa 500 000 Jahren aus Affendunkelheit auftauchte. DUBOIS' Pithecanthropus, 1891 in Java ausgegraben und jahrzehntelang die älteste bekannte frühmenschliche Art, zeigt krankhafte Veränderungen am Oberschenkel, die als Folgezustand eines Knochenbruches, möglicherweise durch eine Osteitis kompliziert, gedeutet werden können. Die nächstälteste Gruppe der frühen Menschen, die Neanderthaler, die überall in Europa, Nord-Afrika und dem nahen Osten gefunden wurden, weisen sichere Zeichen einer abgelaufenen eitrigen Knochenentzündung auf.
Die umfassendsten Dokumente der Paläopathologie stammen zweifellos aus Altägypten. Papyrusurkunden (5000 - 3000 v.Chr.) berichten über Knochenerkrankungen und Frakturbehandlung: nach Schienung der langen Röhrenknochen durch Rindenstücke und Leinenbinden, getaucht in Gummiharze oder Asphalt, wurden Umschläge mit Schlangen oder Fröschen sowie verschiedenen Pflanzenextrakten gemacht.
Die Hindus (1500 - 800 v. Chr.) verwendeten bereits angepaßte Späne aus leichtem Holz, die in den Knochen eingelegt wurden, und die Frakturbehandlung erfolgte unter Anwendung von Zug und Gegenzug. Die Chinesen brachten auf den entzündeten Knochenbezirk verschiedene Pflanzen sowie kleine Holzstückchen und zündeten diese an. Das langsame Verbrennen sollte eine Gegenreaktion bewirken. Diese Methode wurde über viele Jahrhunderte angewandt.
HIPPOKRATES (460 - 377 v.Chr.), der herausragende Arzt der griechischen Epoche, maß "Ruhe und Immobilisation" der erkrankten Extremität allergrößte Bedeutung zu. Unter dem Leitgedanken des "nil nocere" (Nichtschadenwollens) wurde die Indikation zu chirurgischen Eingriffen sorgfältig erwogen. Nekrotische Knochenanteile, abgestorbene Sehnen und Weichteile sollten nach seiner Ansicht nicht instrumentell entfernt werden, sondern sich selbst abstoßen.

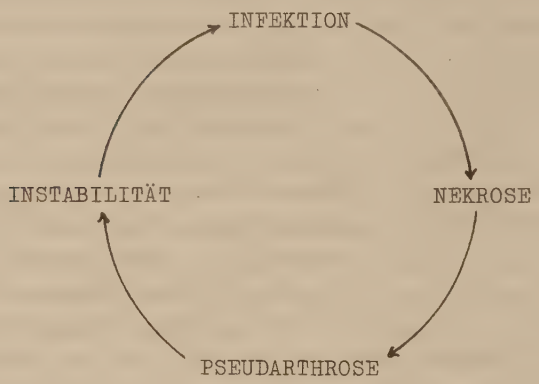
GALEN schrieb 131 v.Chr. über offene Frakturen und pries den "pus bonum et laudabile" bei der Behandlung der Wunden.
Der römische Arzt CELSUS (1. Jahrhundert n.Chr.) empfahl, auf den infizierten, freigelegten und eventuell aufgebohrten Knochen ein Glüheisen aufzudrücken, bis sich ein Knochenstück abstoßen würde.
AMBROISE PARE (1510 - 1590) hatte sich in Frankreich gegen die grausame und sinnlose Ölbehandlung bei Schußwunden gewehrt, im Gegensatz dazu empfahl er, die Schußwunden trokken zu verbinden und in Ruhe zu lassen. Sein chirurgisches Vorgehen bei der Knochenentzündung beschränkte sich jedoch nur auf das Herauslösen des erkrankten Knochens und das Aufbringen von Salben und Verbänden.
Der Ulmer Chirurg SCULTETUS (1595 - 1645) behandelte durch eine großzügige Eröffnung des Herdes mit Anbohren des Markraumes oder Exstirpation des befallenen Knochens. Weiterhin wurde die betroffene Extremität mit einer speziellen Verbandstechnik durch Ruhigstellung und Hochlagerung versorgt. Trotzdem stellte die Amputation in dieser Zeit die geläufige Behandlungsweise schwerer und infizierter Knochenverletzungen dar.
Die Entwicklung der modernen Chirurgie begann mit der Einführung der Äthernarkose im Jahre 1846.
Der zweite große Fortschritt war die Erfindung des antiseptischen Verfahrens durch JOSEPH LISTER (1867). Nach der Entdeckung der Bakterien durch LOUIS PASTEUR kam LISTER der Gedanke, daß Bakterien in die Wunde eindringen und die tödliche Sepsis hervorrufen könnten. Er begann daher die offenen Frakturen mit Karbolsäure gegen Bakterien zu schützen. Mit dieser Maßnahme verschwand überall der so gefürchtete Hospitalbrand aus den Kliniken.
Mit ROBERT KOCHS Nachweis der Wundinfektionserreger (1881) vollzog sich dann der Übergang von der Antiseptik zur Aseptik, deren oberstes Prinzip die Vermeidung der Kontaktinfektion (Händedesinfektion, Wäsche- und Instrumenten-

sterilisation, Trennung der Operationssäle in aseptische und septische) war.
Die Röntgenstrahlen, von W.K. RÖNTGEN (1845 - 1922) entdeckt, haben die diagnostischen Methoden wesentlich verbessert.
Der Ausbruch der Antibiotika-Ära führte zu einem weiteren Fortschritt in der Osteitisbehandlung. Vor allem die von WILLENEGGER und ROTH eingeführte lokale Dauerberieselung mit Antibiotika bei gleichzeitiger Drainage (1962) sicherte sich einen festen Platz in der Behandlung der Osteitis.
Das Jahr 1958 leitete einen weiteren bedeutsamen Fortschritt in der Chirurgie ein, indem schweizerische Chirurgen und Orthopäden sich zu einer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) zusammenfanden. Sie entwickelten auf der Grundlage neuester pathologisch-anatomisch-physiologischer Erkenntnisse der Frakturheilung sowie der Fortschritte in der Metallurgie ein Instrumentarium, das eine methodisch einheitliche Osteosynthese mit Hilfe von Markraumnägeln, Platten, Schrauben, Nägeln und Draht erlaubt. Die Verwendung von korrosionsfreiem, gewebsfreundlichem Stahl, die bis ins einzelne ausgefeilte Operationstechnik und die Kontrolle während des Eingriffes mit dem Röntgenbildverstärker und der Fernsehanlage haben der Osteosynthese eine weitgesteckte Anwendungsbreite gegeben. In der Behandlung infizierter Pseudarthrosen werden diese Osteosyntheseverfahren zur Erzielung der unbedingt erforderlichen Stabilität eingesetzt (aus 1, 14, 15, 57, 74).

1.3. Pathophysiologie und Klinik der Infektpseudarthrose

Im Circulus vitiosus der Infektpseudarthrose entscheiden zwei wichtige Faktoren das Geschehen: die Pseudarthrose (A) mit Instabilität und die Infektion (B) mit Nekrose (Abb. 1).

Abb. 1: Circulus vitiosus der Infektpseudarthrose

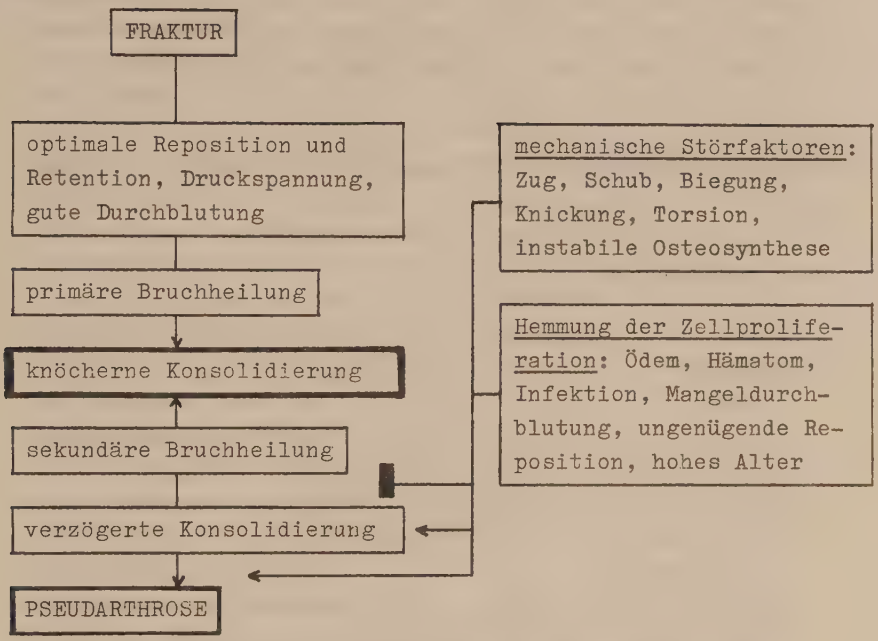


A) Die Pseudarthrose:

Die Pseudarthrose (ein gelenkspaltähnlicher Defekt) ist das Endergebnis der gestörten Knochenbruchheilung, denn als vorrangiges Ziel derselben ist es die knöcherne Konsolidierung zu erreichen (14; Abb. 2).

Anhaltende Instabilität ist die häufigste Ursache für ausbleibende Frakturheilung und die Entstehung der Pseudarthrose (88).

Abb. 2: Pathogenese der Pseudarthrose nach BRÜCKNER (14)



Die sog. sekundäre Knochenbruchheilung (mit einer Kallusbrücke von Fragment zu Fragment) bei der konservativen Behandlung und die sog. primäre Heilung im Zuge einer stabilen Osteosynthese haben folgendes gemeinsam: In beiden Fällen ist interfragmentäre Stabilität zur Verknöcherung der Fraktur und eine erhaltende Blutversorgung zur Bildung von Knochensubstanz erforderlich (84).

Als Pseudarthrose bezeichnet man nicht nur die relativ seltenen voll ausgebildeten Falschgelenke nach Fraktur mit Abdeckelung der Markhöhle, knorpeligem Überzug, Gelenkkapsel- und Synovia-Bildung, sondern alle innerhalb von 8 Monaten nicht geheilten Knochenbrüche (53).

Die Übergänge von der verzögerten Heilung einer Fraktur zum Endzustand der Pseudarthrose sind fließend. Biologisch betrachtet sind von der frischen Fraktur über die verzögerte Heilung bis zur voll ausgebildeten Pseudarthrose immer aktive, vitale Prozesse in Höhe der knöchernen Durchtrennung zu beobachten (50, 84).

In dieser Arbeit wird eine verzögerte Knochenbruchheilung dann als Infektpseudarthrose bezeichnet, wenn die infizierte Fraktur nicht innerhalb von 5 Monaten zur Konsolidierung gelangt (86).

Bei den Schaftpseudarthrosen unterscheidet man zwei Gruppen:

a) Die hypertrophe Pseudarthrose zeigt kolbig aufgetriebene, pilz- oder elefantenfußähnliche, sklerotische Fragmentenden. Histologisch bietet sie knöcherne Hyperplasie und vermehrte Vaskularisation.

b) Die atrophische Pseudarthrose, die auch als avaskuläre, reaktionslose Pseudarthrose zu betrachten ist; sie zeigt nekrotische, zugespitzte Knochenenden, die im Röntgenbild die Sklerosierung oder knöcherne Hyperplasie missen lassen (14).

Als eine der schwerwiegendsten Formen der Pseudarthrose gilt die Defektpseudarthrose, die durch den zwischen den Knochenenden feststellbaren Zwischenraum gekennzeichnet wird. Hier ist a priori eine Heilung aus eigener Kraft unmöglich, weil das biologische Substrat zur Heilung fehlt (50, 84). Die Defektpseudarthrose entsteht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle durch eine posttraumatische Osteomyelitis (19).

B) Die Infektion:

Zahlenmäßig angestiegen ist die posttraumatische Osteomyelitis als Folge schwerer Knochenverletzungen bei Verkehrs- und Industrieunfällen (9). Im Gegensatz zur akuten hämatogenen Osteitis, die eine allgemeine Erkrankung mit Organmanifestation darstellt, sieht man in der posttraumatischen Osteitis eine primäre Lokalaffektion (15).

Für infizierte Pseudarthrosen gilt, daß der Infekt die Heilungspotenz des Knochens reduziert. Der Infekt zerstört fortlaufend lebende Substanz und verhindert die Revitalisierung der aus dem Weichteilverband gelösten Fragmente. Die so entstandenen Sequester wiederum sind als Fremdkörper verantwortlich für die Chronizität der infizierten Pseudarthrosen (84).

Die posttraumatische Osteitis bzw. Osteomyelitis, ausgelöst durch von außen einsetzende Keimbesiedelung des verletzten Knochengewebes, umfaßt sowohl die Folgezustände nach offenen Knochenbrüchen als auch die negativen Ergebnisse nach Operationen am Knochen (33).

Bei den offenen Brüchen sind die Voraussetzungen einer Infektion meist primär gegeben; trotzdem kann es sich auch um eine iatrogene Komplikation handeln. Im einzelnen ist schwer zu entscheiden, inwieweit die eitrige Osteosynthese-Osteomyelitis zulasten der primären Infektion geht (57).

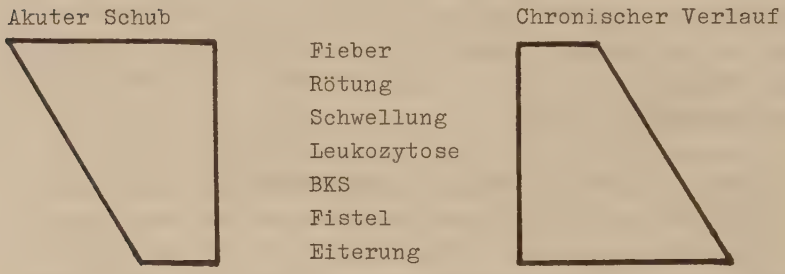
Die Ätiologie der Osteitis nach operativer Behandlung einer geschlossenen Fraktur ist absolut klar. Durch das chirurgische Eröffnen des Knochenbruches können Keime an und in den Knochen gelangen, wo sie sich unter günstigen Bedingungen (Gewebeschäden, Hämatom, Fremdkörper etc.) vermehren und damit zum Infekt führen (15).

BURRI (15) unterscheidet bei der posttraumatischen Osteitis zwei Formen:

a) Die akute posttraumatische Osteitis
b) Die chronische posttraumatische Osteitis

Gleiche Symptome wie die akute Form der Osteitis zeigt auch der akute Schub einer chronischen Osteitis (Abb. 3)

Abb. 3: Die Häufigkeit der verschiedenen Allgemein- und lokalen Osteitis-Symptome nach BURRI (15)



Leitsymptome der posttraumatischen Osteitis sind bei:

<u>den akuten Formen</u> (direkt nach Osteosynthese): hohes Fieber, starke Schmerzen, Weichteilschwellung, Hautrötung, Leukozytose und erhöhte Blutkörperchensenkung (BKS);

<u>den chronisch-rezidivierenden Formen</u>: geringes Fieber, geringe Schmerzen; Fistelbildung und Fisteleiterung (aufgrund der Sequestrierung) treten in den Vordergrund (31).

Bakteriologische Probleme der posttraumatischen Osteitis:

Die Kenntnis der Erreger ist wesentlich für die Prognose der Infektion (20), denn neben der Abwehrfähigkeit des Patienten und der Schwere des Traumas bestimmt die Keimart, -zahl und -virulenz das weitere Schicksal der posttraumatischen Osteitis (68, 75).

Der dominierende Erreger der posttraumatischen Osteitis ist zweifellos Staphylococcus aureus (7, 9, 15, 20, 65). Wenn man den hohen Prozentsatz der Antibiotikaresistenzen bei Staphylococcus aureus in Betracht zieht, ist dies nach POPKIROV (57) verständlich. Außer Staphylococcus aureus findet man bei den Wundabstrichen am häufigsten: Proteus, Colibakterien, Streptokokken, Klebsiella/Aerobacter, Staphylococcus albus bzw. epidermidis, Enterobacter und nicht zuletzt Pseudomonas aeruginosa (15, 77).

Bei der chronischen Osteitis tritt aber nun eine zunehmende Häufigkeit von gramnegativen Keimen durch Superinfektion, Keim- und Resistenzwandel auf (48). Die Hauptursachen sind nach BURRI (15): Chirurgisches Vorgehen, offene Wunden, Fistel und die antibiotische Therapie.

Komplikationen der posttraumatischen Osteitis:

Allgemeine Komplikationen für den gesamten Organismus sind die Sepsis sowie die sekundäre Amyloidose mit Lebensgefahr für den Patienten. Die lokalen Komplikationen reichen von Fehlstellungen über Pseudarthrosen und dem nicht beeinflußbaren Infekt bis zur malignen Entartung (15).

1.4. Therapie der Infektpseudarthrose

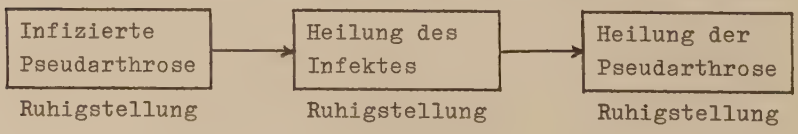
Das therapeutische Kernproblem der infizierten Pseudarthrosen besteht in der verhängnisvollen Verquickung von Instabilität und Infektion. Diese Kombination ist deshalb so fatal, weil sie divergierende therapeutische Erfordernisse beinhaltet: Maßnahmen, welche für die Ausheilung der Pseudarthrose nützlich sind, wirken sich störend auf die Infektsanierung aus und umgekehrt (56).

Das oberste Ziel in der Therapie der Infektpseudarthrose bleibt die Unterbrechung des Circulus vitiosus "Pseudarthrose - Instabilität - Infektion - Nekrose - Pseudarthrose" (siehe Abb. 1).

A) Die konventionell-klassische Behandlung:

Das Prinzip dieser Behandlung besteht darin, eine Infektpseudarthrose in eine nicht infizierte Pseudarthrose überzuführen und dann diese schließlich so zu behandeln, wie wenn nie ein Infekt bestanden hätte. Sie besteht aus Sequestrotomie, Osteosynthesematerial-Entfernung, gleichzeitig einer hohen antibiotischen Therapie und äußerer Ruhigstellung (Gips, Extension). Nach Abheilung des Infektes führt man die Weichteilsanierung und frühestens 6 bis 12 Monate nach Abheilung der Fistel die sekundäre Wiederherstellung der Kontinuität des Knochens durch (84; Abb. 4).

Abb. 4: Klassische Behandlung der Infektpseudarthrose (84)

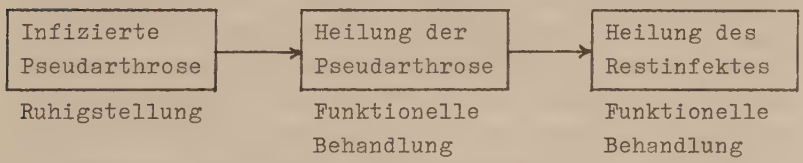


Allerdings kann häufig bei der klassischen Behandlung die Infektsanierung nur durch mehr oder weniger ausgedehnte Knochendefekte erkauft werden. Manche straffen Falschgelenke werden somit in Defektpseudarthrosen umgewandelt (56) oder es wird sogar nach mehrmaligem Mißerfolg die Amputation vorgenommen (84).

B) Die aktive, moderne Behandlung:

Bei der aktiven, modernen Behandlung steht das Erreichen der knöchernen Durchbauung im Vordergrund. Nach Konsolidierung der Bruchfragmente gelingt es häufig, in relativ kurzer Zeit den Infekt zu sanieren (33, 73; Abb. 5).

Abb. 5: Moderne Behandlung der Infektpseudarthrose (84)



Zur Heilung einer infizierten Pseudarthrose ist mechanische Ruhe mit einer stabilen Osteosynthese erste Grundvoraussetzung. Die zweite Grundvoraussetzung ist die Bekämpfung des Infektes durch radikales Debridement, Sequestrotomie, Spül-Saugdrainage und Antibiotika. Dritte Grundvoraussetzung für die meisten Fälle infizierter Pseudarthrosen ist eine autologe Spongiosaplastik bzw. die Dekortikation. Damit wird ein Substanzdefekt aufgefüllt, knöcherne Heilung angeregt und beschleunigt. Erst nach Wiederherstellung der Knochenkontinuität wird eine Weichteil- und eine Restfistelsanierung durchgeführt (55, 66, 71, 84).

Spezielle Problematik der Femurschaft-Infektpseudarthrose:

Die große Schwierigkeit liegt in der Verkürzungstendenz des Oberschenkelknochens sowie der Tatsache, daß nicht wie am Unterschenkel ein zweiter Knochen für die Überbrückung zur Verfügung steht. Deshalb muß entweder eine schon bestehende stabilisierende Osteosynthese belassen oder eine solche zusätzlich zur Spongiosaplastik angelegt werden (53).

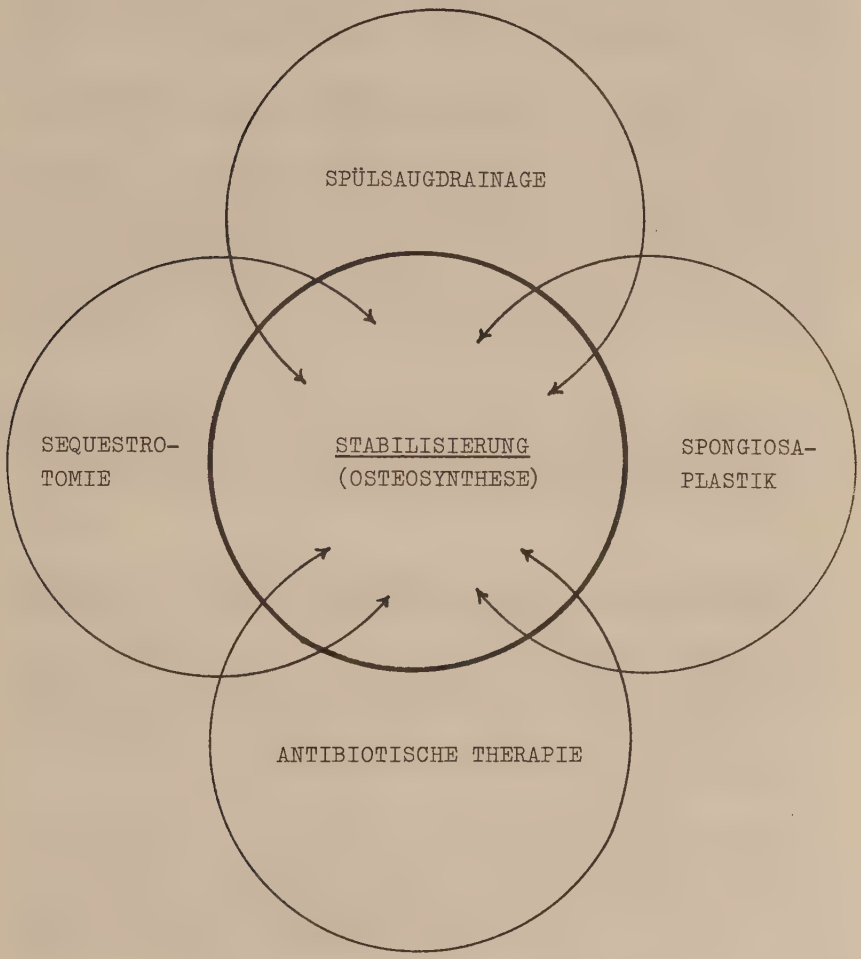
Bei der infizierten Femurschaft-Pseudarthrose ist wie bei allen Infektpseudarthrosen ein aktiv-radikales Vorgehen in der Regel indiziert. Im Gegensatz zur Tibia ist jedoch nach WEBER und ČECH (84) durch die Bedeckung mit Weichteilen ringsum ein Radikaleingriff gefahrloser.

Stellungskorrekturosteotomien bei bestehender Osteitis können auch bei Vorhandensein eines Infektes und groben Fehlstellungen (z.B. Varusfehlstellung oder Rotationsfehler) durchgeführt werden (15). Über die Indikation zur Korrektur entscheidet der Gesamtbefund, wobei Varusfehlstellungen eher korrekturbedürftig sind als Valgusdeformitäten (60). Die Technik der Stabilisierung nach einer durchgeführten Osteotomie gleicht der Behandlung einer frischen Fraktur (17, 23).

Gelenknahe Oberschenkel-Infektpseudarthrosen müssen unter Umständen bei Ausdehnung des Infektes auf das Gelenk und Funktionseinbuße desselben im Sinne einer septischen Arthrodese behandelt werden (85).

Im Zentrum aller therapeutischen Bemühungen bei Infektpseudarthrosen muß die Stabilisierung stehen (71; Abb. 6).

Abb. 6: Therapieschema bei Infektpseudarthrosen



1.4.1. Osteosynthese

Voraussetzung für die knöcherne Verfestigung jeder Pseudarthrose ist nach SCHMELZEISEN (71) eine ausreichende Stabilität bei maximaler Kompression der Pseudarthrosenenden.

Da Instabilität im infizierten Frakturbereich aufgrund schlecht adaptierter und zudem lockerer Frakturspalten, Knochenresorption und Begünstigung der Entstehung irreparabler Nekrosen ein Fortschreiten der Infektion mit sich bringt, bedeutet Stabilität eine wirksame Infektprophylaxe. Die absolute Ruhigstellung des am Infektgeschehen beteiligten Knochens erreicht man durch eine stabile Osteosynthese (15).

Eine stabile Osteosynthese muß nach PROBST (58) eine selbsttragende Einheit des Knochenrohres darstellen und außerdem soll sie statisch und mechanisch auch bei einer kurzen Überbelastung beanspruchbar sein.

Auf jeden Fall ist ein Metallimplantat auch bei einer infizierten Fraktur so lange zu belassen, als es die Fixation der Fragmente gewährleistet (53, 86). Die Entfernung stabilisierender Metallimplantate würde zusätzlich zur Infektion Unruhe an den Frakturenden und somit die Gefahr einer nachfolgenden Fehlstellung oder Pseudarthrose mit sich bringen (33).

Dagegen ist eine instabile Fixation (gelockertes oder gebrochenes Osteosynthesematerial) zu entfernen und durch eine Reosteosynthese die Ruhigstellung zu erreichen, denn die mechanische Unruhe läßt den Infekt wieder aufflackern (15, 33, 58, 66, 72, 86).

Das technische Prinzip der Osteosynthese für die Beseitigung der Pseudarthrose entspricht mit gewissen Erweiterungen dem, wie man es für die frische Fraktur anwendet. Nach der meist erforderlichen Reposition der Pseudarthrose mit Entfernung avitalen Gewebes erfolgt eine bestmögliche Adaptation der ehemaligen Bruchflächen. Danach folgt die Stabilisierung nach den Richtlinien sowie mit dem Instrumentarium der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (60).

Die wichtigste Erkenntnis für die Praxis ist, daß die Vorteile der stabilisierenden Wirkung der Implantate die Nachteile ihrer Fremdkörperwirkung überwiegen müssen (75). In diesem Sinne sollen die Schrauben bei einer Plattenosteosynthese möglichst fernab der Infektpseudarthrose im gesunden Knochen verankert werden (72).

Zur Durchführung einer korrekten, stabilen Osteosynthese bei der operativen Behandlung der Infektpseudarthrose des Femurschaftes kommen folgende Osteosyntheseverfahren zur Anwendung:

A) Die überbrückende Kompressions- bzw. Zuggurtungsplatte:

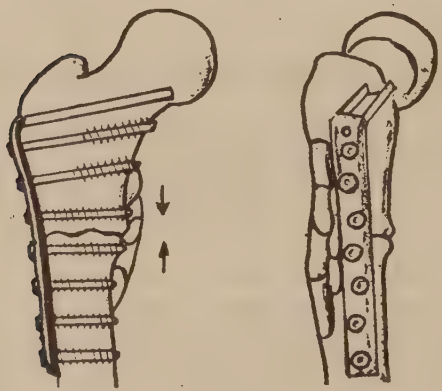
Wenn immer möglich wird eine Druckosteosynthese angestrebt. Die Druckosteosynthese kommt zustande durch die Zuggurtungswirkung der Platte, weil die dynamische Kompressions- bzw. Zuggurtungsplatte alle Zugspannungen aufnimmt, sodaß am Ort der Pseudarthrose nur noch axiale Druckspannungen bestehen. Dieses Prinzip der Zuggurtung für die Behandlung von Frakturen geht auf PAUWELS zurück: Eine exzentrisch wirkende Kraft wird durch eine gleich große, in entgegengesetzter Richtung wirkende aufgehoben (51, 53, 67).

Als Stabilisierungstechnik am proximalen und distalen Femur bevorzugt man die AO-Winkelplatten mit U-Profil der Klinge.

Sowohl im per- und subtrochantären Bereich als auch am distalen Femur und suprakondylär kommt vorwiegend die Condylenplatte zur Anwendung; im proximalen Bereich wird gelegentlich auch die 130°-Winkelplatte verwendet (14, 50, 53, 67, 70, 76, 78).

Anfänglich schienen die Condylenplatten nur bei distalen Femurfrakturen indiziert zu sein. Mit laufender Erfahrung zeigte sich, daß die gleichen Condylenplatten bei den meisten pertrochantären Schenkelhalsfrakturen, auch bei Mehrfragmentbrüchen im subtrochantären Bereich des Oberschenkels, wesentliche Vorteile gegenüber der 130°-Winkelplatte aufweisen (53; Abb. 7).

Abb. 7: Eine Condylenplatte mit Kompression der Pseudarthrose; medial ist für die dringend notwendige Abstützung eine Spongiosaplastik angelagert



B) Die äußere Fixation:

Die von KEY 1932 erstmals und in neuerer Zeit von CHARNLEY 1948 vorgeschlagene Methode der äußeren Fixation für Knie- bzw. Sprunggelenksarthrodesen hat in der Folgezeit zahlreiche Modifikationen und Erweiterungen sowohl hinsichtlich der Technik als auch der Anwendungsmöglichkeiten erfahren. Geblieben ist jedoch das Prinzip der stabilen Fragmentfixation durch Kompression oder Distraktion mittels fern der unterbrochenen Knochenkontinuität ansetzender Spannapparate, die eine Knochenheilung durch exakte Ruhigstellung ermöglichen (69).

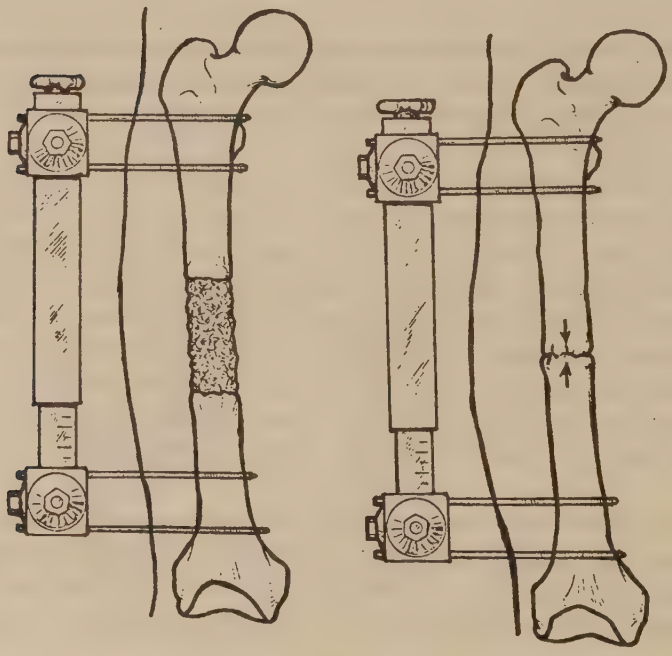
Die Indikation für die äußere Stabilisierung einer Infektpseudarthrose mittels äußerer Fixation ist insbesondere beim massiven Infekt und vor allem bei größeren Knochendefekten angezeigt (13, 85).

Die äußere Fixation vermittelt indirekte Ruhigstellung der Infektpseudarthrose und erlaubt ungehindert Zusatzeingriffe am Infektionsherd bzw. der Pseudarthrose. Unter dem Schutz der Ruhigstellung sind lokale Maßnahmen - Sequestrotomie, Spongiosaplastik- freie Hauttransplantate - unbehindert, geradezu ideal möglich. Mit diesen lokalen Maßnahmen in kurzen Intervallen von etwa 3 Wochen ist in der Regel eine knöcherne Verfestigung eingeleitet und vollzogen und auch der Infekt zur Ausheilung gebracht (21, 61, 84).

Die äußere Fixation gewährleistet eine stabile Osteosynthese im spongiösen Knochenbereich, wenn die STEINMANN-Nägel maximal 3 - 4 cm voneinander entfernt sind und die Knochenflächen mit über 50 kp aufeinandergepreßt werden (53).

Im Jahre 1972 entwickelte WAGNER (80) einen Apparat für die Verlängerungsosteotomien, der aber auch bei Defektpseudarthrosen als Stillhalter-Fixateur und bei Kontaktpseudarthrosen als Druck-Fixateur verwendet wird (Abb. 8). Im gleichen Sinn findet auch die äußere Fixierung nach ILIZAROV (32; Kompressions-Distraktionsapparat) in der Therapie von infizierten Pseudarthrosen Anwendung.

Abb. 8: Verwendungsmöglichkeiten des Fixateur externe nach WAGNER (80) bei der Therapie von infizierten Pseudarthrosen des Femurschaftes



Je nach Lokalisation der Pseudarthrose kann ein lateraler Klammerfixateur mit den SCHANZ'schen Schrauben (subtrochantäre Region), ein Rahmenfixateur mit den STEINMANN-Nägeln (suprakondyläre Region) oder sogar eine Kombination derselben in 2 Ebenen (mittleres Schaftdrittel, ausgedehnte Knochendefekte) verwendet werden (66, 84).

C) Die Markraumnagelung:

Die Frakturen des mittleren Drittels des Oberschenkels bilden eine gute Indikation für die Markraumnagelung nach KÜNTSCHER (46), welche eine sehr stabile Osteosynthese darstellt. Die Frakturen gelenknaher Abschnitte hingegen lassen sich mit diesem Marknagel nicht stabil versorgen, da der weite Markraumquerschnitt der Metaphysen keine feste Einklemmung zuläßt (14, 88).

Eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung einer stabilen Markraumnagelung ist das vorausgehende Ausbohren der Markhöhle. Dann wird der Marknagel über einen Führungsspieß vom Trochanter aus eingeschlagen. Der im Querschnitt u-förmige, elastische Marknagel verklemmt sich im Markraum und vereint durch seine Stabilität und elastische Verklemmung die Fraktur in Form der belastungs- bzw. bewegungsstabilen Osteosynthese (14, 46, 52, 53, 88).

Es gibt nach MÜLLER u.Mitarb. (53) zwei Möglichkeiten eine Markraumnagelung durchzuführen:

a) Bei der offenen Markraumnagelung wird die Fraktur dargestellt und die Reposition unter Sicht vorgenommen und kontrolliert.

b) Bei der gedeckten Markraumnagelung wird die Fraktur nicht dargestellt, sondern unter Röntgenkontrolle (Bildverstärker mit Fernsehanlage) wird auf dem Extensionstisch reponiert, aufgebohrt und genagelt.

Normalerweise ist es sehr gefährlich, eine Infektpseudarthrose mit einem KÜNTSCHER-Nagel zu stabilisieren, weil es mit der Eröffnung und Aufbohrung des ganzen Markraumes zu einer Verschleppung der Infektion (Gefahr der Markraumphlegmone) kommt (30, 84). Deshalb stellt nach WEISE u.Mitarb. (85) die septische Markraumnagelung einer Infektpseudarthrose des Femurschaftes eine sehr seltene Ausnahmeindikation dar. Nach KLEMM (37, 38), sowie GÖTZ u.Mitarb.(26) allerdings kann man die Stabilisierung infizierter Pseudarthrosen mit dem Verriegelungsnagel durchführen. Selbst infizierte Defektpseudarthrosen werden durch diesen Nagel stabilisiert.

Bei einer septischen Markraumnagelung mit dem Verdacht auf eine Markraumphlegmone wird eine Spül-Saugdrainage in den Nagel eingelegt und eine zweite Spül-Saugdrainage kommt in Höhe der Infektpseudarthrose zur Anwendung (85; Abb. 10).

1.4.2. Spül-Saugdrainage

Das Prinzip, eitrige Herde mit antiseptischen Lösungen zu spülen, ist etwa 100 Jahre alt. Der antiseptische Zusatz wurde erstmals von KÖNIG 1873 angewendet. In der seitdem verstrichenen Zeit wurde das Verfahren vielfach modifiziert.

Die erste größere Anwendung der Spül-Saugdrainage geht auf den französischen Chirurgen CARREL zurück. Er hatte im 1. Weltkrieg die infizierten Kriegswunden mit der DAKIN'scher Lösung als "instillation continue" oder als "instillation intermittante" gespült. Er erkannte schon damals neben der desinfizierenden Wirkung auch die mechanische Bedeutung der Spül-Saugdrainage. Auf die Anregung von FLEMMING, dem Entdecker des Penicillins, erfuhr diese lokale Behandlung der Osteomyelitis eine Erweiterung mit antibiotischem Zusatz. Auch in den USA hatte man (GRACE und BRYSAN 1947) die Dauerberieselung mit verbesserter Technik und unter Zusatz von Detergentien und Antibiotika angewendet.

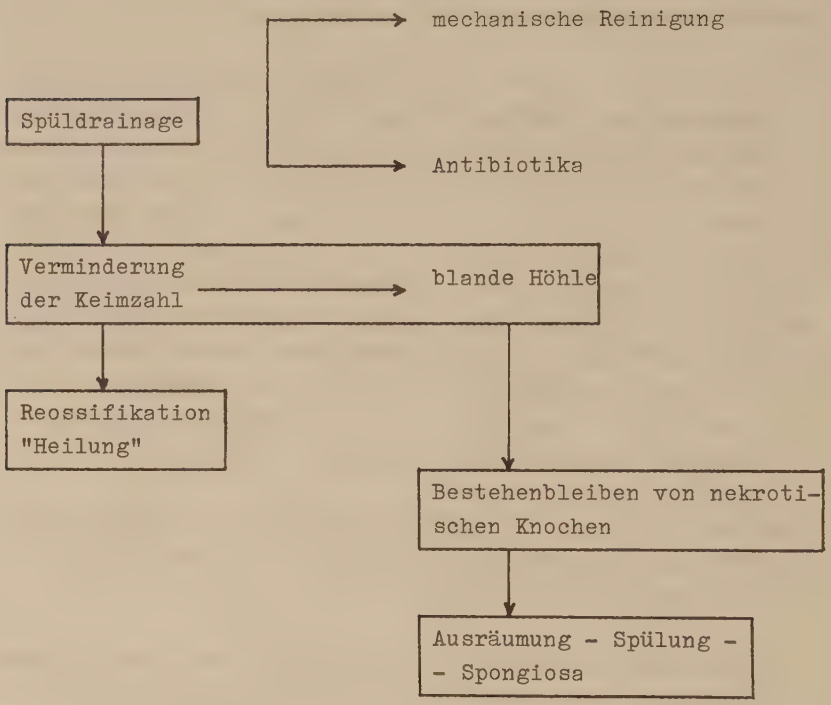
Insbesondere wurde die Spül-Saugdrainage durch WILLENEGGER und ROTH 1962 als Standardtherapie der Osteomyelitis-Behandlung weltweit bekannt.

Der Wirkungsmechanismus der Spül-Saugdrainage besteht darin, daß sich die infizierte Oberfläche laufend reinigt und beim Bestehen korrekter interfragmentärer Kompression (Barrierenwirkung) eine Ausbreitung einer Infektion in die Tiefe gebremst wird. Dadurch läßt sich das spontane Reossifikationsvermögen fördern und ausnützen (89).

Ein wesentlicher Effekt der Spül-Saugdrainage besteht in der mechanischen Ausschwemmung von Detritus, Sekret, Blut und Bakterien. Wenn sie den eitrigen Herd aber nicht zur Ausheilung bringt, so führt sie zumindest die virulente Infektion in eine blande Form über (15, 43, 45).

Eine vereinfachende Darstellung der Wirkungsweise der Spül-Saugdrainage zeigt die Abbildung 9.

Abb. 9: Wirkungsweise der Spül-Saugdrainage nach BURRI (15)



Bei einer chronischen Infektion, wo die spontane Reossifikation meist unmöglich ist, kommt der Spül-Saugdrainage die Bedeutung einer Vorbereitung des Herdes zur definitiven chirurgischen Sanierung zu (89).

Man unterscheidet zwei Verfahren bei der Spül-Saugdrainage:

A) Die offene Spüldrainage
B) Die geschlossene Spüldrainage (15, 36).

A) Bei der offenen Spüldrainage wird die Inzision nicht verschlossen, was bedeutet, daß man nur ein zuführendes REDON-Drain benötigt und die austretende Flüssigkeit in einem Gefäß unterhalb der Extremität aufgefangen wird. Da dieses Verfahren aufgrund der Verbreitung von Naßkeimen sowie des hohen Aufwands selten angewandt wird, entschloß sich BURRI (15) für eine Modifikation der offenen Form. Er läßt die Spülflüssigkeit mit einem oberflächlich in der Wunde liegenden, weitlumigen Drain absaugen (Motorsaugung). Die Gefahr von sekundären Retentionen wird eingeschränkt, weiterhin gestattet das in der Wunde liegende Drain ein Trockenhalten der Umgebung.

B) Bei der geschlossenen Spüldrainage wird durch Inzision ein Eiterherd eröffnet und nach sorgfältigem Debridement ein zuführendes Drain in die entstandene Höhle geführt. Im Gegensatz zum relativ dünneren zuführenden Drain ist das abführende Drain dicker und es wird so angelegt, daß es Sekret vom tiefsten Punkt absaugen kann. Die ableitenden Drains müssen dauernd unter Vakuum stehen, weil sonst eine Retention und eine Verstopfung des Systems entsteht. Aus diesem Grunde muß man ständig die perfekte Funktion der Spüldrainage überprüfen und bei einer Verstopfung gegebenenfalls frühzeitig mit Hilfe einer Spritze manuell spülen. In diesem Fall kann man auch "intermittierend" spülen. Insbesondere muß man auf ausgeglichene Bilanz achten (15, 84, 85).

Die Spülflüssigkeit besteht in aller Regel aus Ringer-Lösung, der man postoperativ mancherorts während der ersten 4 bis 7 Tage einen antibiotischen Zusatz beimischt. Es handelt sich um Polybaktrim (ein Gemisch aus Neomycin, Bacytracin und Polymyxin), gegenüber dem die Keime sehr geringe Resistenz aufweisen. Polybaktrim zeigt außerdem in einer bakteriziden Konzentration eine gute Gewebsverträglichkeit (15, 83). Diese gute Gewebsverträglichkeit

zeigt auch die Ringer-Lösung im Gegensatz zu einer physiologischen Kochsalzlösung (35).

Die Verwendung von Desinfektionsmitteln bei der Spüldrainage ist noch ungenügend erprobt und grundlegende Untersuchungen hierzu laufen derzeit experimentell (16, 34, 54).

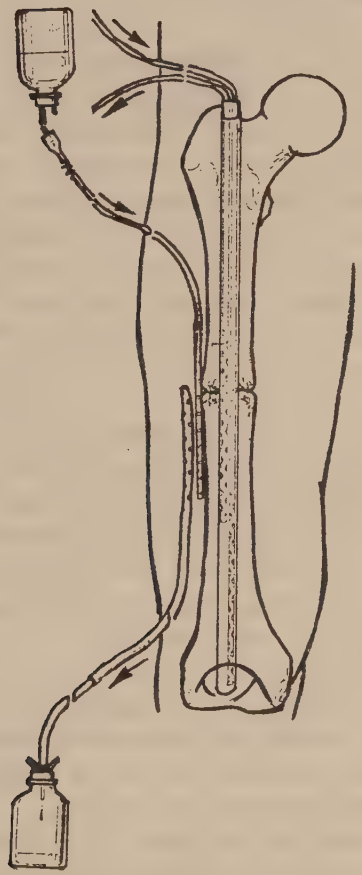
Die Spülbehandlung mit Ringer-Lösung erstreckt sich je nach Situation über wenige Tage bis zu 3 Wochen, die Spülmenge soll über 3 Liter/24 Stunden betragen. Abstriche aus dem REDON-Drain zeigen die erwünschte Keimfreiheit an. Bei am Orte der Infektion einliegendem Metall muß unter allen Umständen eine Saugdrainage bis zur Ausheilung der Infektpseudarthrose und anschließender Metallentfernung verbleiben. Beim Abklingen der Infektion und bei eiter- und detritusfreier Spülflüssigkeit wird an sämtlichen Drains gesaugt.

Die Indikation zum Anlegen einer Spül-Saugdrainage ist nach BURRI und RÜTER (16):

a) bei der akuten posttraumatischen Osteitis,
b) beim akuten Schub einer chronischen posttraumatischen Osteitis,
c) beim Gelenkempyem,
d) beim chronischen Infekt soll die Spül-Saugdrainage ein möglichst gut vaskularisiertes Lager bei blandem Infektgeschehen herbeiführen. Dies setzt aber die Sanierung des Fokus durch sorgfältiges Debridement, gegebenenfalls die Stabilisierung eines instabilen Herdes, voraus.

In der Abbildung 10 ist eine geschlossene Spül-Saugdrainage mit 2 Spülsystemen und bei liegendem Markraumnagel dargestellt. Stets muß, wie WEISE u.Mitarb. (85) angeben, bei liegendem Markraumnagel eine Spül-Saugdrainage in den Nagel selbst, bei größeren Eiteransammlungen am Ort der Infektpseudarthrose dort eine zusätzliche Spül-Saugdrainage angelegt werden.

Abb. 10: Geschlossene Form der Spül-Saugdrainage mit 2 Spülsystemen bei liegendem Markraumnagel



1.4.3. Sequestrotomie

Die Sequestrotomie ist ein häufig notwendiger operativer Eingriff bei denjenigen Infektpseudarthrosen, welche eine Sequesterbildung aufweisen.

Sequester sind charakteristisch für die chronische Osteomyelitis und verursachen Fisteleiterungen. Bei der chronischen Osteomyelitis tritt in den Vordergrund die fortschreitende Knochendestruktion im Schaftbereich und die immer stärker werdende periostale Knochenneubildung. Die Entzündung im Knochen führt zur Nekrose einzelner Kortikalisabschnitte, die als Sequester in der Entzündungshöhle liegen (49). Das bedeutet, daß Sequester abgestorbene Knochenstücke darstellen, weil sie von der Durchblutung rundherum abgetrennt sind.

Histologisch gesehen ist der Sequester von einer innersten Zone aus Granulozyten, Makrophagen und fibrinreichem Exsudat umgeben. Anschließend findet sich ein Wall aus Granulationsgewebe, das von faserreichem Bindegewebe eingeschlossen wird. An diese Zone schließen sich sklerotisierter Knochen und Spongiosa an, wobei letztere meist nicht von entzündlichen Veränderungen betroffen ist (15, 44, 64).

Da die Sequester von der Blutversorgung abgeschnitten sind, entkalken sie nicht weiter und erscheinen daher im Röntgenbild dichter als der umgebende Knochen ("Totenlade"). Es ist ein mottenfraßähnliches Verschattungsbild im Röntgenbild zu sehen, da sich die Sequester als strukturlose, unregelmäßig begrenzte Knochenanteile darstellen. Falls man im Röntgenbild keine eindeutige Abgrenzung von Sequestern findet, teils wegen der fortschreitenden Entkalkung, teils wegen unübersichtlicher Skelettstrukturen, verwendet man eine Kontrastmittelmethode oder Schichtaufnahmen, hilfreich sind auch Verlaufskontrollen bzw. die Skelettszintigraphie (15, 25, 49).

Anläßlich der Sequestrotomie wird gleichzeitig eine radikale Ausräumung des gesamten osteomyelitischen Herdes durchgeführt, ohne daß die Kontinuität des Knochens dadurch unterbrochen wird. Dabei versucht man bis an das vitale Knochengewebe (Zeichen dafür sind die Blutpunkte) heranzukommen (57).

1.4.4. Knochentransplantation

Bei der Knochentransplantation unterscheidet man:

A) Das gestielte Knochentransplantat bzw. die Dekortikation; hierbei wird das Periost mit dem Skalpell über die Pseudarthrose hinweg längs gespalten und mit einem speziellen Meissel in Zusammenhang mit kleinen Knochenstückchen abgehoben. Dieser rindenartige gestielte Knochenspan, der die Pseudarthrose umschließt, bleibt vom Periost ernährt. Die Dekortikation der infizierten Pseudarthrose hat zum Ziel, ein möglichst ideales Spanlager mit gut durchbluteten Knochenanteilen für die Aufnahme einer autologen Spongiosaplastik zu bilden (84).

B) Das freie Knochentransplantat bzw. die Spongiosaplastik; diese können heterolog, homolog oder autolog sein. Zur Beschleunigung der knöchernen Heilung und als Ersatz für einen Defekt ist vor allem bei gleichzeitiger Infektion die autologe Spongiosaplastik jeder anderen überlegen, weil bei der Autotransplantation keine Komplikationen immunologischer Art bestehen und die autologe Spongiosaplastik größere osteogenetische Aktivität als die homologe bzw. heterologe Knochentransplantation aufweist (6, 15, 57). Auch bei der Defektpseudarthrose dominiert die autologe Knochentransplantation in Form der spongiösen und cortikospongiösen Späne (82).

Zur ungestörten Einheilung der autologen Spongiosaplastik ist mechanische Ruhe unbedingt erforderlich. Defektpseudarthrosen des Femur sind deswegen besonders schwierig zu behandeln, weil die auf die Fragmente einwirkenden muskulären Kräfte außerordentlich stark sind und praktisch von keinem Transplantat übernommen werden können. Der Femur ist daher der typische Knochen, bei dem sich eine Kombination Osteosynthese und autoplastisches Spantransplantat anbietet und bewährt (94).

Außer der mechanischen Ruhe des Spanlagers ist für das Gelingen jeder autologen Knochentransplantation ein rascher Kontakt des Transplantats mit gut vaskularisiertem Gewebe von entscheidender Bedeutung. Die autologe Spongiosaplastik heilt selbst in Gegenwart von Eitererregern ein, denn ist das Transplantat einmal vaskularisiert, ist eine aktive Abwehr gegen den Infekt möglich (84).

Die Entnahmestelle der autologen Spongiosa richtet sich nach dem Bedarf an Knochenmenge. Kleine Spongiosamengen entnimmt man gelegentlich am Trochanter major, größere Spongiosamengen am vorderen und/oder hinteren Beckenkamm. Die operative Durchführung der Entnahme der Spongiosa und die Defektauffüllung mit der Spongiosa findet, wegen der Gefahr der Infektion an der Entnahmestelle, getrennt und nacheinander statt. Die Spongiosabröckel werden in die durch Dekortikation frei geschaffene Knochenhöhle eingepreßt; vor allem werden jedoch cortikospongiöse Späne langstreckig auf der Medialseite des Femur zur Ausbildung einer überbrückenden medialen Abstützung angelegt. Der Zeitpunkt der Durchführung einer Spongiosaplastik wird nach Überführung des akuten Entzündungsstadiums zu blanden lokalen Verhältnissen festgelegt (15, 84, 85).

Eine Spongiosaplastik darf, wie SCHMELZEISEN und WELLER (72) angeben, nicht mit der Spül-Saugdrainage kombiniert werden, da die Spongiosa durch den Spüleffekt in ihrem Einbau gestört wird und der Nekrose zum Opfer fallen kann.

1.4.5. Weichteilsanierung

Operative Eingriffe an den Weichteilen sollen schonungsvoll geschehen: Die Durchtrennung von Haut und Weichteilen wird am Oberschenkel grundsätzlich in der Längsrichtung, d.h. in der Oberschenkelachse vorgenommen. Bei Freilegung des Oberschenkelknochens wählt man in der Regel den lateralen Zugangsweg (79).

Bei allen operativen Maßnahmen muß man darauf achten, daß möglichst wenig Weichteile abgelöst werden und die Weichteilschichten untereinander nicht präpariert werden dürfen, um eine Ausbreitung des Infektes zu verhindern (71).

Normalerweise bietet der Weichteil- und primäre Hautverschluß am Oberschenkel im Gegensatz zum Unterschenkel kaum Probleme (15). Bei größeren Hautschäden am Oberschenkel kann man entweder freie oder gestielte Hautplastik verwenden. Muskelschäden werden durch Verschieben von Muskelgewebe und eventuell mit gestielten Muskellappen gedeckt (57, 74).

Die Weichteilsanierung von Infektpseudarthrosen hat zum Ziel, Überführung des Infektes in ein blandes Stadium und damit eine bessere Durchblutung und Ernährung der Weichteile zu erreichen.

Bei günstigen Weichteilverhältnissen und genügender Hautdeckung sollen Fistelöffnungen und -gänge sowie matschiges Granulationsgewebe und Bindegewebsnarben exzidiert werden. Matschiges Gewebe, von Bakterien besiedelt, bietet keine gute Ausgangslage für eine rasche Heilung der Haut, weil die primäre Heilung der Haut von der Vaskularität des Integumentes abhängt (15, 74).

Der Fistelverschluß wird erst nach der Stabilisierung, nach der Sequestrotomie und Forcierung der knöchernen Überbrückung mittels Spongiosa durchgeführt, falls eine Fistel nach den oben genannten operativen Maßnahmen bereits spontan nicht verschlossen ist (84).

1.4.6. Antimikrobielle Mittel

Mit einer erfolgreichen Antibiotikabehandlung sind gleichzeitig die Senkung der Mortalität, die Verkürzung der Behandlungsdauer, die Einschränkung von Komplikationen und die Verminderung der Defektheilung von infizierten Pseudarthrosen verbunden (57). Allerdings sollte jeder Chirurg von übermäßiger, ja oft kritikloser Anwendung von Antibiotika absehen (15). Er muß sich zuerst vor der Therapie über die Wirkungsweise, die Pharmakokinetik, die Anwendung und die toxischen Nebenwirkungen der Antibiotika eingehend informieren.

Chemotherapeutika sind körperfremde Substanzen, welche geeignet sind und verwendet werden, um Mikroorganismen, Parasiten oder Tumorzellen zu schädigen oder zu zerstören. Antibiotika sind Chemotherapeutika biologischer Herkunft. Aufgrund der Wirkung der Antibiotika unterscheiden wir solche mit hemmenden und solche mit abtötenden Eigenschaften. Die bakteriostatischen Mittel, die die Vermehrung der Keime hemmen, wirken in hoher Konzentration auch bakterizid. Als bakteriostatische Antibiotika gelten z.B. Chloramphenicol, Tetracycline und Erythromycin, die durch Hemmung der Proteinsynthese bei den Bakterien wirksam werden. Die irreversible Keimabtötung erreicht man mit bakteriziden Mitteln, wie z.B. Penicilline, Cephalosporine und Bacitracin, sie wirken durch Hemmung der Zellwandsynthese bei den Bakterien. Diese Eigenschaften sind besonders günstig für die Behandlung von Osteitis und Sepsis (15, 27, 57, 62, 74, 77).

Vor jeder systematischen Therapie mit Antibiotika ist möglichst Material zur Erregertestung zu entnehmen. Der Status der Abwehrkräfte des Patienten entscheidet mit, wie schnell die Antibiotika-Therapie zu beginnen und wie hoch zu dosieren ist (27).

Die Antibiotikawahl richtet sich nach der Empfindlichkeit der Erreger im Antibiogramm. Meistens wird man in hoher Dosierung Penicilline, Gentamycin und Cephalosporine über einen begrenzten Zeitraum verabreichen. Man muß aber mit fortlaufender Resistenzänderung der Eitererreger die Antibiotika-Therapie ändern. Gerade wegen dieser Resistenzentwicklung (durch Selektion, Mutation und Transmission) ist die Antibiotika-Prophylaxe bei der operativen Behandlung von frischen Knochenbrüchen nicht gerechtfertigt. Weiterhin entsteht durch diese Resistenzentwicklung und eine Superinfektion sogenannter bakterieller Hospitalismus, besonders bei Staphylokokken und gramnegativen Bakterien, wie z.B. Pseudomonas, Proteus, Klebsiella/Aerobacter. Um Resistenzentwicklungen bei verschiedenen Bakterienarten zu vermeiden, wählt man eine Kombinationsbehandlung mit mehreren Antibiotika (15, 29, 57, 84).

Bei der Infektpseudarthrose-Behandlung kommen Antibiotika im Rahmen eines operativen Eingriffes zur Abschirmung nur peri- und postoperativ zur Anwendung. In der Regel wird am Vorabend des Eingriffes die parentale Medikation begonnen und postoperativ über 5 bis 10 Tage weitergeführt (84).

Damit die Antibiotika voll wirksam werden können, ist eine entsprechend hohe Konzentration am Ort des Herdes erforderlich, was nur bei ungehinderter Blutzirkulation möglich ist. Bildet sich im Knochen aber Sequester, ist keine Sanierung allein durch Antibiotika mehr möglich. In diesem Fall steht eine wirksame chirurgische Herdausräumung im Vordergrund, wobei die lokale Anwendung von Antibiotika als eine ergänzende Maßnahme in Betracht kommt (15, 57, 84).

Die lokale Behandlung chirurgischer Infektionen erfolgt nach gleichen Prinzipien wie bei einer allgemeinen Chemotherapie, wobei die Möglichkeit einer Gewebsschädigung durch lokal verabreichte Antibiotika klinisch zu vernach-

lässigen ist. Allerdings muß man unter Umständen mit einer Allergisierung durch lokale Verabreichung von Antibiotika rechnen, besonders wenn diese später für eine parentale Therapie verwendet werden soll. Außerdem besteht bei jeder Form der lokalen Antibiotikatherapie die Gefahr einer Pilzüberwucherung (18, 29).

Neuerdings verwendet man mit Erfolg Gentamycinhaltige PMMA-Kugeln und -Ketten (Polymethylmethacrylat), um die infizierte Defekthöhle infizierter Pseudarthrosen mit diesen Kugeln aufzufüllen. Mit dieser hochdosierten lokalen Antibiotikatherapie erreicht man gute Voraussetzungen für die Durchführung einer autologen Spongiosaplastik (5, 12, 16, 20, 39, 40, 47, 81).

2. PATIENTEN UND METHODIK

Von 1969 bis 1977 wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen 77 Patienten mit Infektpseudarthrosen des Femurschaftes behandelt.

2 Patienten wurden an beiden Oberschenkeln behandelt; d.h. wir haben insgesamt 79 Femurschäfte mit einer Infektpseudarthrose zu besprechen.

Die Auswertung der Patientenunterlagen (Krankenblätter, prä- und postoperative Röntgenaufnahmen, Durchgangsarztberichte, Operationsberichte, Wundabstrichergebnisse und Nachuntersuchungsbefunde) erfolgte mittels eines Erhebungsbogens (siehe ANHANG).

Die Einteilung im Erhebungsbogen für Infektpseudarthrosen des Femurschaftes war die folgende:

I. (2.1.) Geschlechts- und Altersverteilung, Unfallzeitpunkt (Identifikation)

II. (2.2.) Verletzungsart und Lokalisation

III. (2.3.) Vorbehandlung

IV. (2.4.) Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung

V. (2.5.) Infektpseudarthrose-Behandlung

VI. (3.) Nachuntersuchung (siehe ERGEBNISSE)

2.1. Geschlechts- und Altersverteilung, Unfallzeitpunkt

Geschlechtsverteilung:

Die Geschlechtsverteilung der 77 Patienten war wie folgt (Tab. 2):

Tab. 2: Geschlechtsverteilung

männlich	= 65 Patienten	(84,4 %)
weiblich	= 12 Patienten	(15,6 %)
Gesamt	= 77 Patienten	(100,0 %)

Diese Geschlechtsverteilung beruht auf der Tatsache, daß in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen vorwiegend männliche Patienten mit Folgen von Arbeits- und Wegeunfällen behandelt werden.

Altersverteilung:

Das Durchschnittsalter am Unfalltag betrug 32 Jahre; der jüngste Patient war 3 Jahre, der älteste 73 Jahre (Tab. 3).

Tab. 3: Altersverteilung am Unfalltag

Alter (Jahre)	n Patienten
3	1
10 - 11	2
15 - 25	30
26 - 67	43
73	1
Gesamt	77

Die hohe Anzahl von Verunglückten in der Gruppe der 15 - 25 jährigen Patienten wird (abgesehen von Arbeitsunfällen) vor allem durch Zweiradunfälle verursacht.

Unfallzeitpunkt:

Bereits 1950 verunglückte ein Patient; bei den meisten Patienten lag der Unfallzeitpunkt zwischen 1967 und 1977 (Tab. 4).

Tab. 4: Unfallzeitpunkt

Unfallzeitpunkt	n Patienten
1950 - 1962	7
1967 - 1977	70
Gesamt	77

2.2. Verletzungsart und Lokalisation

41 Patienten waren polytraumatisiert (Tab. 5).

Tab. 5: Art der Verletzung

Art der Verletzung	n Patienten
Monotrauma	36
Polytrauma	41
Gesamt	77

Bei 38 Femurschäften war der Bruch rechts und bei 41 Femurschäften links lokalisiert (Tab. 6); bei 2 Patienten wurden Frakturen gleichzeitig an beiden Femurschäften angetroffen.

Tab. 6: Seite der Fraktur

Seite	n Femurschäfte
rechts	38
links	41
Gesamt	79

Offene Frakturen wurden bei 29 Femurschäften, geschlossene Frakturen bei 50 Femurschäften diagnostiziert (Tab. 7).

Tab. 7: Art der Fraktur

Art der Fraktur	n Femurschäfte
offene	29
geschlossene	50
Gesamt	79

Lokalisation der Frakturstelle:

Das mittlere Femurschaftdrittel war 41 mal (52 %), das distale 22 mal (27,8 %) und das proximale 13 mal (16,5 %) betroffen. In 3 Fällen lagen "Zwei-Etagen-Frakturen" mit folgenden Kombinationen vor: proximal und Mitte des Femurschaftes 1 mal (1,2 %), proximal und distal des Femurschaftes 2 mal (2,5 %);(Tab. 8, Abb. 11).

Tab. 8: Lokalisation der Frakturstelle

Lokalisation	n Femurschäfte
proximal des Femurschaftes	13
Mitte des Femurschaftes	41
distal des Femurschaftes	22
proximal und Mitte des F.	1
proximal und distal des F.	2
Gesamt	79

Bruchform:

Die Trümmerfrakturen kamen 39 mal (49,4 %), Querfrakturen 12 mal (15,2 %) vor (Tab. 9, Abb. 11).

Tab. 9: Bruchform

Bruchform	n Femurschäfte
quer	12
gedreht	4
Biegungskeil	2
Trümmer	39
zwei Etagen	3
ohne Angabe	19
Gesamt	79

Lokalisation der Bruchformen:

Ein Zusammenhang zwischen der Lokalisation der Fraktur und der Bruchform ist manchmal von Bedeutung für die Entstehung einer Infektpseudarthrose. Mit einem Infekt ist am ehesten diaphysär zu rechnen, Trümmerbrüche sind mit einer Pseudarthrose höher belastet als einfache Frakturen (Abb.11).

Abb. 11: Lokalisation der Bruchformen am Femurschaft

quer	gedreht	Biegungs-keil	Trümmer	ohne Angabe
1	2	0	4	6
9	1	2	18	11
2	1	0	17	2

Die Abb. 11 muß man noch mit den 3 "Zwei-Etagen-Frakturen" ergänzen (siehe Tab. 8 u. Tab. 9): eine der "Zwei-Etagen-Frakturen" besteht aus 2 gedrehten Frakturen (prox. u. dist. d. Fem.), die zweite besteht aus 2 Trümmer-Frakturen (prox. u. dist. d. Fem.), auch die dritte besteht aus 2 Trümmer-Frakturen (prox. u. Mitte d. Fem.).

2.3. Vorbehandlung

Am Unfalltag wurde insgesamt bei der Vorbehandlung der Frakturen 30 mal die Drahtextension und 10 mal der Gips (6 mal bei geschlossener und 4 mal bei offener Fraktur) angelegt. Eine Wundversorgung wurde 15 mal durchgeführt. Bei 37 Femurfrakturen erfolgte keine Vorbehandlung bzw. bestand keine Angabe (Tab. 10).

Tab. 10: Art der Vorbehandlung

Art der Vorbehandlung	n Femurschäfte
Drahtextension	20
Gips	4
Wundversorgung	7
Drahtextension + Gips	3
Drahtextension + Wundversorgung	5
Drahtextension + Gips + Wundversorgung	2
Gips + Wundversorgung	1
keine Vorbehandlung bzw. ohne Angabe	37
Gesamt	79

2.4. Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung

Die Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung versucht, die Form und Kontinuität des Knochens wiederherzustellen und ist bestrebt, dem verletzten Körperabschnitt seine völlige Gebrauchsfähigkeit zurückzugeben.

In der Frakturbehandlung stehen konservativer und operativer Weg zur Auswahl (Tab. 11).

Tab. 11: Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung

Art der Erst-Versorgung	n Femurschäfte
konservativ	10
operativ	69
Gesamt	79

Bei 12 Patienten wurde die primäre Versorgung in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen und bei 65 Patienten in den auswärtsgelegenen Kliniken/Krankenhäusern durchgeführt (Tab. 12).

Tab. 12: Ort der Erst-Versorgung

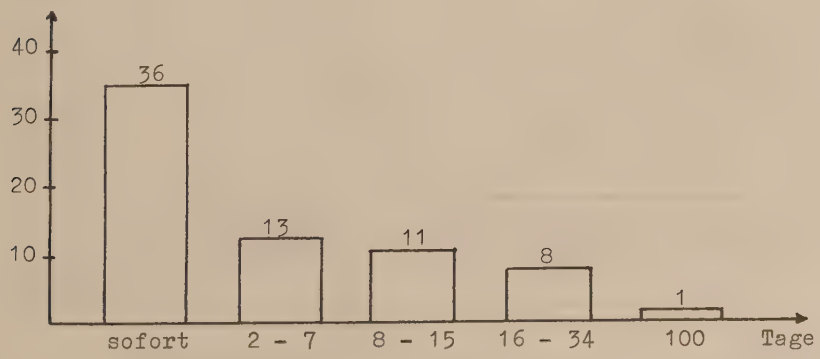
Ort	n Patienten	n Femurschäfte
BG-Unfallklinik	12	13
auswärts	65	66
Gesamt	77	79

Der durchschnittliche zeitliche Abstand zwischen Unfalltag und operativer Frakturbehandlung war 7 Tage. Der längste Zeitabstand betrug 100 Tage. Sofort bzw. innerhalb von 24 Stunden wurden 36 Frakturen behandelt (Tab. 13, Abb. 12).

Tab. 13: Zeitabstand der operativen Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung nach dem Unfalltag.

Zeitabstand (Tage)	n Femurschäfte
sofort bzw. innerhalb von 24 Stunden	36
2 - 7	13
8 - 15	11
16 - 34	8
100	1
Gesamt (operativ)	69
konservativ	10
Gesamt	79

Abb. 12: Zeitabstand der operativen Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung nach dem Unfalltag



Osteosynthesen:

Insgesamt wurden 69 Femurfrakturen operativ mit einer Osteosynthese versorgt; 66 Osteosynthesen waren stabil und 3 instabil. Häufigste Osteosyntheseformen waren 47 Platten und 19 Marknägel (Tab. 14, Tab. 15, Tab. 16).

Tab. 14: Operative Erst-Versorgung mit einer Osteosynthese

Art der Osteosynthese	n Femurschäfte
Platte	47
Marknagel	19
Fixateur externe	0
Schrauben	1
Schrauben + Cerclagen	1
Rush-pins	1
Gesamt	69

Tab. 15: Platten-Osteosynthese

Art der Platte	n Femurschäfte
DC	9
Condylen	15
Winkel	4
T	2
ohne Angabe	17
Gesamt	47

Tab. 16: Marknagelung

Art der Marknagelung	n Femurschäfte
offen	9
geschlossen	10
Gesamt	19

Reosteosynthese:

Bei 17 Femurfrakturen war eine Reosteosynthese erforderlich (zum großen Teil schon unter septischen Bedingungen). Man entschloß sich 8 mal für eine Platte, 7 mal für einen Marknagel und 2 mal für eine äußere Fixation (Tab. 17, Tab. 18).

Tab. 17: Art der Reosteosynthese

Art der Osteosynthese	n Femurschäfte
Platte	8
Marknagel	7
äußere Fixation	2
Gesamt	17

Dabei wurde bei den 17 Reosteosynthesen das Osteosyntheseverfahren 7 mal gewechselt und 10 mal wiederholt (Tab. 18).

Tab. 18: Osteosyntheseverfahren bei der Reosteosynthese

Erst-Osteosynthese	Reosteosynthese	n	Femurschäfte
Platte	Marknagel	4	(Verfahrenswechsel)
Platte	äußere Fixation	2	
Rush-pins	Platte	1	
Platte	Platte	7	(Verfahrensbeibehaltung)
Marknagel	Marknagel	3	
Gesamt		17	

In einem Fall mußte die 2. Reosteosynthese mit einer Platte die 1. Reosteosynthese (Platte, Erst-Osteosynthese: Platte) ersetzen.

Entfernung der Metallimplantate:

Bereits vor Beginn der Infektpseudarthrose-Behandlung hatte man wegen des Vorliegens einer Infektion (trotz stabiler Osteosynthese) 8 Metallimplantate (4 Platten und 4 Marknägel) entfernt.

Sonstige Behandlungsmaßnahmen:

8 mal wurde ein Gips angelegt, 9 mal war eine Spongiosaplastik erforderlich (Tab. 19).

Tab. 19: Sonstige Behandlungsmaßnahmen der Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung

Art der Maßnahme	n Maßnahmen
Gips	8
Spongiosaplastik	9
Streckverband	1
Fensterung des Knochens	1

Antibiotika-Behandlung:

Bei 16 Femurfrakturen hatte man eine antibiotische Therapie durchgeführt, bei 25 Femurfrakturen hatte man keine Antibiotika gegeben und 38 mal wurde keine Angabe gemacht.

Weichteileingriffe:

Es wurden 46 operative Weichteileingriffe (z.B. Wundrevision, Abszeßspaltung etc.) durchgeführt.

Metallimplantate als Mitverursacher der Infektion:

Bei den 29 offenen Frakturen war die primäre Infektionsursache nicht immer eindeutig feststellbar. Bei den 50 geschlossenen Frakturen waren die 31 Platten (62 %) und die 18 Marknägel (36 %) als die häufigsten Mitverursacher der Infektion anzusehen (Tab. 20).

Tab. 20: Metallimplantate als Mitverursacher der Infektion

Art der Fraktur	Art der Osteosynthese	n Femurschäfte
offene	Platte	20
	Marknagel	7
	Rush-pins	1
	Schrauben	1
geschlossene	Platte	31
	Marknagel	18
	Schrauben + Cerclagen	1
Gesamt		79

Behandlungsdauer bis Übernahme:

Bei 58 Patienten betrug die durchschnittliche Behandlungsdauer 9 Monate (Tab. 21).

Tab. 21: Behandlungsdauer bis zur Übernahme in die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik

Unfalltag	Behandlungsdauer	n Patienten
1950 - 1962	158 Monate	7
1967 - 1977	9 Monate	58
BG-Unfallklinik		12
	Gesamt	77

2.5. Infektpseudarthrose-Behandlung

Bei den 79 Infektpseudarthrosen des Femurschaftes waren insgesamt 495 operative Behandlungsmaßnahmen notwendig (Tab. 22).

Tab. 22: Operative Behandlungsmaßnahmen am Femurschaft

Art der Maßnahme	n Maßnahmen
Stabilisierungen	101
andere Maßnahmen	394
Gesamt	495

Bei der Infektpseudarthrose-Behandlung stand die absolute Stabilität im Vordergrund. Alle anderen Behandlungsmaßnahmen hatten nur eine ergänzende Bedeutung.

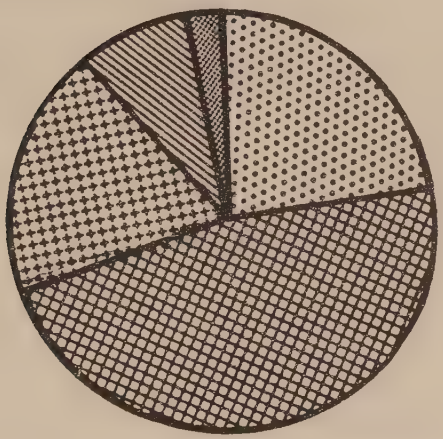
Stabilisierungen:

Bei 18 Femurschäften (22,8 %) wurde keine Stabilisierung vorgenommen. Dagegen waren bei 36 Femurschäften (45,6 %) eine Stabilisierung und bei 25 Femurschäften (31,6 %) zwei und mehr Stabilisierungen erforderlich (Tab. 23, Abb. 13).

Tab. 23: Stabilisierungen pro Femurschaft

n mal Stabilisierung	n Femurschäfte	n %
0	18	22,8
1	36	45,6
2	15	19,0
3	7	8,8
4	1	1,3
5	2	2,5
Gesamt	79	100,0

Abb. 13 : Stabilisierende Operationen pro Femurschaft während der Infektpseudarthrose-Behandlung



Stabilisierungen:		%
	keine	22,8
	1 x	45,6
	2 x	19,0
	3 x	8,8
	4 x und 5 x	3,8

Bei den 18 Femurschäften, die während der Infektpseudarthrose-Behandlung nicht stabilisiert wurden, kam zur Sanierung des Infektes vorwiegend die Spül-Saugdrainage zur Anwendung (Tab. 24).

Tab. 24: Behandlungsmaßnahmen ohne Stabilisierung

Art der Maßnahme	n Maßnahmen	bei n Femurschäften
Sequestrotomie	9	8
Spül-Saugdrainage	38	16
Spongiosaplastik	15	11
Weichteileingriffe	17	9
Gips	6	4
Amputation	1	1
Gesamt	86	

Erste Stabilisierung:

Bei der ersten Stabilisierung kamen die Platten (73,8 %) am häufigsten vor. Außerdem führte man 8 mal eine septische Marknagelung (13,1 %) und 8 mal eine äußere Fixation (13,1 %) durch (Tab. 25).

Tab. 25: Erste Stabilisierung

Art der Osteosynthese	n Osteosynthesen
Platte	45
Marknagel	8
äuß. Fixation	8
Gesamt	61

Von den 45 Platten der ersten Stabilisierung waren die Condylenplatten (57,8 %) am häufigsten vertreten (Tab. 26).

Tab. 26: Platten-Osteosynthese der ersten Stabilisierung

Plattenart	n Platten
Platte	12
Condylenpl.	26
Winkelpl.	6
T-Platte	1
Gesamt	45

Die erste Stabilisierung wurde auch zum Teil außerhalb der BG-Unfallklinik durchgeführt (Tab. 27). Bei diesen 7 Osteosynthesen, die außerhalb durchgeführt wurden, handelte es sich um 3 Marknägel.

Tab. 27: Ort der Durchführung der ersten Stabilisierung

Klinik	n Stabilisierungen
außerhalb	7
BG-Unfallkl.	54
Gesamt	61

Zweite Stabilisierung:

Bei der zweiten Stabilisierung entschied man sich am häufigsten für die Platten (22 mal, d.h. 88 %), nur 1 mal für die septische Marknagelung (4 %) und 2 mal für die äußere Fixation (8 %; Tab. 28).

Tab. 28: Zweite Stabilisierung

Art der Osteosynthese	n Osteosynthesen
Platte	22
Marknagel	1
äuß. Fixation	2
Gesamt	25

Von den 22 Platten der zweiten Stabilisierung kamen am häufigsten die Condylenplatten (72,7 %) vor (Tab. 29).

Tab. 29: Platten-Osteosynthese der zweiten Stabilisierung

Art der Platte	n Platten
Platte	5
Condylenpl.	16
Winkelpl.	1
Gesamt	22

Dritte Stabilisierung:

Bei der dritten Stabilisierung kamen wieder die Platten (8 mal, d.h. 80 %) als häufigste Osteosyntheseart vor (Tab.30).

Tab. 30: Dritte Stabilisierung

Art der Osteosynthese	n Osteosynthesen
Platte	8
äuß. Fixation	2
Gesamt	10

Von den 8 Platten der dritten Stabilisierung waren 5 Condylenplatten.

Vierte Stabilisierung:

Bei der vierten Stabilisierung wurde 3 mal eine Platte (100 %) verwendet.

Fünfte Stabilisierung:

Bei der fünften Stabilisierung wurde 1 mal eine Platte (Condylenpl.) und 1 mal eine äußere Fixation verwendet.

Übersicht über die gesamten Stabilisierungsmaßnahmen:

Bei der Infektpseudarthrose-Behandlung wurden insgesamt 101 Stabilisierungen durchgeführt (Tab. 31).

Tab. 31: Gesamte Stabilisierungsmaßnahmen

n. Stabilisierung	n Stabilisierungsmaßnahmen
1.	61
2.	25
3.	10
4.	3
5.	2
Gesamt	101

Von den 101 Stabilisierungsmaßnahmen wurden Plattenosteosynthesen in 79 Fällen eindeutig als Behandlungsmethode der Wahl vor anderen Osteosyntheseformen (9 mal Marknagel und 13 mal äußere Fixation) bevorzugt (Tab. 32).

Tab. 32: Art der Osteosynthese bei den Stabilisierungsmaßnahmen

n. Stabilisierung	n Platten	n Marknägel	n äuß. Fix.
1.	45	8	8
2.	22	1	2
3.	8	-	2
4.	3	-	-
5.	1	-	1
Gesamt	79	9	13

Von den 79 Platten aller Stabilisierungsmaßnahmen waren die Condylenplatten (48 mal, d.h. 60,8 %) am häufigsten vertreten (Tab. 33).

Tab. 33: Platten-Osteosynthesen bei den gesamten Stabilisierungsmaßnahmen

n. Stabilis.	n Platten	n Condylenpl.	n Winkelpl.	n T-Pl.
1.	12	26	6	1
2.	5	16	1	-
3.	3	5	-	-
4.	3	-	-	-
5.	-	1	-	-
Gesamt	23	48	7	1

Übersicht von Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei mehrmaligen Stabilisierungsmaßnahmen:

Bei der Durchführung der zweiten Stabilisierung wurde das Verfahren 19 mal wiederholt und 6 mal geändert (Tab. 34).

Tab. 34: Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei der zweiten Stabilisierung

1. Stabilisierung	2. Stabilisierung	n Femurschäfte	
Condylenpl.	Condylenpl.	11	
Platte	Condylenpl.	1	
Platte	Platte	2	(Beibe-
Winkelpl.	Winkelpl.	1	haltung)
Winkelpl.	Condylenpl.	1	
Marknagel	Marknagel	1	
äuß. Fixation	äuß. Fixation	2	
Marknagel	Condylenpl.	3	
äuß. Fixation	Platte	3	(Wechsel)
Gesamt		25	

Bei der Durchführung der dritten Stabilisierung wurde das Verfahren 8 mal wiederholt und 2 mal geändert (Tab. 35).

Tab. 35: Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei der dritten Stabilisierung

1. Stabilis.	2. Stabilis.	3. Stabilis.	n	Femurschäfte
Condylenpl.	Condylenpl.	Condylenpl.	3	(Beibehaltung)
Platte	Condylenpl.	Condylenpl.	1	
Winkelpl.	Winkelpl.	Condylenpl.	1	
äuß. Fix.	Platte	Platte	2	
äuß. Fix.	äuß. Fix.	äuß. Fix.	1	
äuß. Fix.	äuß. Fix.	Platte	1	(Wechsel)
äuß. Fix.	Platte	äuß. Fix.	1	
Gesamt			10	

Bei der Durchführung der vierten Stabilisierung wurde das Verfahren 2 mal wiederholt und 1 mal geändert (Tab. 36).

Tab. 36: Verfahrenswechsel bzw. - beibehaltung bei der vierten Stabilisierung

1. Stabil.	2. Stabil.	3. Stabil.	4. Stabil.	n	Femursch.
äuß. Fix.	Platte	Platte	Platte	1	(Beibehaltung)
Platte	Condylenpl.	Condylenpl.	Platte	1	
äuß. Fix.	äuß. Fix.	äuß. Fix.	Platte	1	(Wechsel)
Gesamt				3	

Bei der Durchführung der fünften Stabilisierung wurde das Verfahren 1 mal wiederholt und 1 mal geändert:

äuß.Fix.→ äuß.Fix.→ äuß.Fix.→ Platte→ Condylenpl. = 1 mal
Platte→ Condylenpl.→ Condylenpl.→ Platte→ äuß.Fix. = 1 mal

Sonstige operative Behandlungsmaßnahmen:

Bei der Therapie der Infektpseudarthrosen kamen neben den Stabilisierungen insgesamt 394 flankierende Behandlungsmaßnahmen vor (Tab. 37).

Tab. 37: Sonstige operative Behandlungsmaßnahmen

Art der Maßnahme	n Maßnahmen	bei n Femurschäften
Sequestrotomie	57	43
Spül-Saugdrainage	124	60
Spongiosaplastik	121	63
Cortikospongiös.Span	2	2
Weichteileingriffe	76	37
Korrekturosteotomie	7	7
Arthrodese des Kniegel.	5	5
Amputation	2	2
Gesamt	394	

Sequestrotomie:

Bei 36 Femurschäften, das entspricht 45,5 %, wurde keine Sequestrotomie vorgenommen. Dagegen war bei 30 Femurschäften (38,0 %) eine Sequestrotomie, bei 12 Femurschäften (15,2 %) zwei Sequestrotomien und bei 1 Femurschaft (1,3 %) drei Sequestrotomien erforderlich (Tab. 38).

Tab. 38: Sequestrotomie pro Femurschaft

n mal Sequestrotomie	bei n Femurschäften	n %
0	36	45,5
1	30	38,0
2	12	15,2
3	1	1,3
Gesamt	79	100,0

Spül-Saugdrainage:

Bei 18 Femurschäften (22,8 %) wurde keine Spül-Saugdrainage angelegt. Bei 26 Femurschäften (32,9 %) wurde zur Sanierung des Infektes 1 mal eine Spül-Saugdrainage, bei 16 Femurschäften (20,3 %) 2 mal eine Spül-Saugdrainage, bei 14 Femurschäften (17,7 %) 3 mal eine Spül-Saugdrainage und bei 5 Femurschäften (6,3 %) 4 mal und häufiger eine Spül-Saugdrainage angelegt (Tab. 39).

Tab. 39: Spül-Saugdrainage (= SSD)

n mal SSD	bei n Femurschäften	n %
0	18	22,8
1	26	32,9
2	16	20,3
3	14	17,7
4	3	3,7
5	1	1,3
6	-	0,0
7	1	1,3
Gesamt	79	100,0

Spongiosaplastik:

Die 121 Fälle mit einer Spongiosaplastik zeigten 113 mal eine autologe (93,4 %), 8 mal eine homologe (6,6 %) Knochenübertragung (Tab. 40).

Tab. 40: Art der Spongiosa

Art der Spongiosa	n Maßnahmen
autolog	113
homolog	8
Gesamt	121

Bei 15 Femurschäften (19,0 %) wurde keine Spongiosaplastik durchgeführt. Bei 28 Femurschäften (35,5 %) wurde 1 mal eine Spongiosaplastik, bei 23 Femurschäften (29,1 %) 2 mal eine Spongiosaplastik, bei 10 Femurschäften (12,7 %) 3 mal eine Spongiosaplastik und bei 3 Femurschäften (3,7 %) 4 mal und häufiger eine Spongiosaplastik durchgeführt (Tab. 41).

Tab. 41: Spongiosaplastik

n mal Spongiosaplastik	bei n Femurschäften	n %
0	15	19,0
1	28	35,5
2	23	29,1
3	10	12,7
4	1	3,7
5	1	
6	-	
7	-	
8	1	
Gesamt	79	100,0

Außerdem wurden bei 2 Femurschäften als zusätzliche Behandlungsmaßnahme 2 autologe cortikospongiöse Späne, die der medialen Abstützung dienten, verwendet.

Weichteileingriffe:

Bei 37 Femurschäften waren insgesamt 76 Weichteileingriffe erforderlich (Tab. 42).

Tab. 42: Weichteileingriffe

Art des Eingriffs	n Eingriffe
Abszeßspaltung	42
Fistelrevision	27
sonstige	7
Gesamt	76

Korrekturosteotomie und Arthrodese:

Trotz Vorhandenseins eines Infektes führte man bei 7 Femurschäften 7 Korrekturosteotomien und in 5 Fällen eine Arthrodese des Kniegelenks durch.

Amputation:

Nur 2 mal mußte man eine Amputation nach Ausschöpfung aller möglichen erfolgversprechenden Behandlungsmaßnahmen durchführen. Beide Femurschäfte wurden in auswärtigen Kliniken jeweils mit einer Marknagelung versorgt, gefolgt von einem massiven akuten Infekt. Erst nach 18,5 bzw. 15,5 Monaten erfolgloser operativer und konservativer Erst- bzw. Infektpseudarthrose-Behandlung kamen beide Patienten in die BG-Unfallklinik. Hier wurde nach 1 bzw. 3 Monaten der betreffende Oberschenkel amputiert.

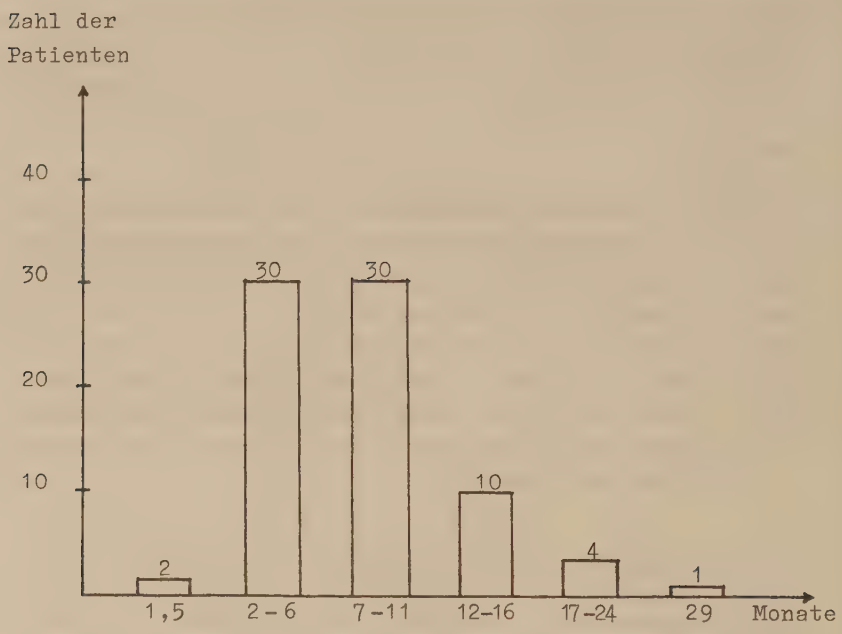
Stationäre Infektpseudarthrose-Behandlungsdauer:

Die durchschnittliche stationäre Behandlungsdauer in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen betrug bei den 77 Patienten 9,5 Monate. 2 Patienten konnten bereits nach 1,5 Monaten entlassen werden, am längsten wurde 1 Patient mit 29 Monaten stationär behandelt (Tab. 43, Abb. 14).

Tab. 43: Stationäre Infektpseudarthrose-Behandlungsdauer

Dauer / Monate	n Patienten
1,5	2
2 - 6	30
7 - 11	30
12 - 16	10
17 - 24	4
29	1
Gesamt	77

Abb. 14: Stationäre Infektpseudarthrose-Behandlungsdauer



Bakteriologische Charakteristik der Wundabstriche:

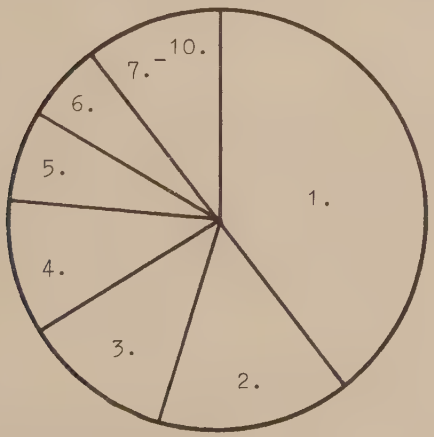
Während der Infektpseudarthrose-Behandlung wurden bei 77 Patienten insgesamt 223 Wundabstriche untersucht. Dabei wurden pro Patient meistens mehrere Wundabstriche entnommen. Bei 6 Patienten konnte man keinen Erregernachweis erbringen.

Bei den meisten Patienten handelte es sich um eine Infektion mit Staphylococcus aureus (42,3 %) und Pseudomonas aeruginosa (17,1 %; Tab. 44 u. Abb. 15).

Tab. 44: Ergebnisse der Wundabstriche

n. /	Art des Erregers	bei n Patienten	n %
1.	Staphylococcus aureus	57	42,3
2.	Pseudomonas aeruginosa	23	17,1
3.	Colibakterien	15	11,1
4.	Klebsiella/Aerobacter	12	8,8
5.	Enterobacter	9	6,7
6.	Proteus	6	4,4
7.	Staphylococcus epidermidis	4	3,0
8.	Streptokokken	3	2,2
9.	Serratia	3	2,2
10.	Sonstige	3	2,2
			Gesamt 100,0

Abb. 15: Erregerspektrum



Mischinfektionen traten insgesamt 31 mal auf (Tab. 45).

Tab. 45: Mischinfektionen

Erregerarten	n Infektionen
1. St. aureus + Ps. aerug.	7
2. St. aureus + Coli	2
3. St. aureus + Klebsiella/Aerobacter	3
4. St. aureus + Enterobacter	2
5. St. aureus + Proteus	2
6. Coli + Enterobacter	2
7. Coli + Ps. aerug.	3
8. Coli + Proteus	2
9. Coli + Klebsiella/Aerobacter	2
10. Sonstige Kombinationen	6
Gesamt	31

Erregerwechsel wurden während der Behandlungszeit bei 18 Patienten beobachtet.

3. ERGEBNISSE: Nachuntersuchung

Der Durchschnittszeitpunkt der Nachuntersuchung nach dem Unfalltag betrug bei 70 Patienten 33 Monate und bei 7 Patienten 198 Monate (Tab. 46).

Tab. 46: Durchschnittszeitpunkt der Nachuntersuchung nach dem Unfalltag

Unfalltag	n Patienten	n Monate
1967 - 1977	70	33
1950 - 1962	7	198
Gesamt	77	

Amputation:

2 von den 77 Patienten wiesen bei der Nachuntersuchung einen amputierten Oberschenkel auf. Die Amputation wurde 18,5 bzw. 19,5 Monate nach dem Unfalltag durchgeführt.

Funktionelle Ergebnisse:

Sichtbarer Ausdruck jeder Gelenkaffektion ist neben Schmerz und Schwellung die Funktionsbehinderung, die durch entsprechende Messung kontrolliert und festgehalten werden muß. Als einheitliche Funktions-Meßmethode empfiehlt sich dazu die Neutral-Null-Methode.

Hüftgelenk:

Von den 79 Fällen (bei 77 Patienten) waren bei der Nachuntersuchung 29 im Hüftgelenk (36,7 %) ganz frei beweglich. 41 Fälle (51,9 %) waren in der Beweglichkeit eingeschränkt, 9 Fälle waren ohne Angabe (Tab. 47).

Tab. 47: Ergebnisse der Funktion-Prüfung des Hüftgelenkes nach der Neutral-Null-Methode

Beweglichkeit	n Fälle	n %
frei	29	36,7
eingeschränkt	41	51,9
ohne Angabe	9	11,4
Gesamt	79	100,0

Extension-Flexion-Funktion im Hüftgelenk:

Hier wurde das Extension- und Flexion-Defizit in der Beweglichkeit von 70 nachuntersuchten Hüftgelenken getrennt dargestellt, wobei 43 Fälle (61,5 %) kein Extension-Defizit und 53 Fälle (75,7 %) kein Flexion-Defizit zu verzeichnen hatten. Andere Fälle waren mit einem Extension- bzw. Flexion-Defizit belastet (Tab. 48, Tab. 49).

Tab. 48: Extension-Defizit im Hüftgelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	43	61,5
bis 10	24	34,3
bis 20	1	1,4
mehr als 20	2	2,8
Gesamt	70	100,0

Tab. 49: Flexion-Defizit im Hüftgelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	53	75,7
bis 30	11	15,7
bis 60	3	4,3
mehr als 60	3	4,3
Gesamt	70	100,0

Abduktion-Adduktion-Funktion im Hüftgelenk:

Auch hier wurde das Abduktion- und Adduktion-Defizit in der Beweglichkeit von 70 nachuntersuchten Hüftgelenken getrennt dargestellt, wobei 63 Fälle (90,0 %) ohne Abduktion-Defizit und 67 Fälle (95,8 %) ohne Adduktion-Defizit waren. Andere Fälle waren mit einem Abduktion- bzw. Adduktion-Defizit belastet (Tab. 50, Tab. 51).

Tab. 50: Abduktion-Defizit im Hüftgelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	63	90,0
bis 20	5	7,2
mehr als 20	2	2,8
Gesamt	70	100,0

Tab. 51: Adduktion-Defizit im Hüftgelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	67	95,8
bis 20	2	2,8
mehr als 20	1	1,4
Gesamt	70	100,0

Außenrotation-Innenrotation-Funktion im Hüftgelenk:

Die Beweglichkeit im Hüftgelenk von 70 nachuntersuchten Fällen mit einem Außen- und Innenrotation-Defizit wurde getrennt dargestellt, wobei 58 Fälle (82,8 %) kein Außenrotation-Defizit und 48 Fälle (68,6 %) kein Innenrotation-Defizit zu verzeichnen hatten. Andere Fälle waren mit einem Außen- bzw. Innenrotation-Defizit belastet (Tab. 52, Tab. 53).

Tab. 52: Außenrotation-Defizit im Hüftgelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	58	82,8
bis 20	9	12,9
mehr als 20	3	4,3
Gesamt	70	100,0

Tab. 53: Innenrotation-Defizit im Hüftgelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	48	68,6
bis 20	12	17,0
mehr als 20	10	14,4
Gesamt	70	100,0

Kniegelenk:

Von den 79 Fällen (bei 77 Patienten) waren bei der Nachuntersuchung 9 im Kniegelenk (11,4 %) ganz frei beweglich. 65 Fälle (82,3 %) waren in der Beweglichkeit eingeschränkt. 3 Fälle waren ohne Angabe und 2 Oberschenkel wurden amputiert (Tab. 54).

Tab. 54: Ergebnisse der Funktion-Prüfung des Kniegelenkes nach der Neutral-Null-Methode

Beweglichkeit	n Fälle	n %
frei	9	11,4
eingeschränkt	65	82,3
ohne Angabe	3	3,8
amputiert	2	2,5
Gesamt	79	100,0

Extension-Flexion-Funktion im Kniegelenk:

Die Beweglichkeit im Kniegelenk von 74 nachuntersuchten Fällen mit einem Extension- und Flexion-Defizit wurde getrennt dargestellt, wobei 12 Fälle (16,2 %) kein Extension-Defizit und 19 Fälle (25,7 %) kein Flexion-Defizit zu verzeichnen hatten. Andere Fälle waren mit einem Extension- bzw. Flexion-Defizit belastet (Tab. 55, Tab. 56).

Tab. 55: Extension-Defizit im Kniegelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	12	16,2
bis 10	29	39,2
bis 20	29	39,2
mehr als 20	4	5,4
Gesamt	74	100,0

Tab. 56: Flexion-Defizit im Kniegelenk

Defizit / n Grad	n Fälle	n %
kein	19	25,7
bis 30	17	23,0
bis 60	7	9,5
mehr als 60	31	41,8
Gesamt	74	100,0

Versteifung:

Bei der Nachuntersuchung wurde insgesamt 4 mal im Hüftgelenk und 14 mal im Kniegelenk eine Versteifung festgestellt.

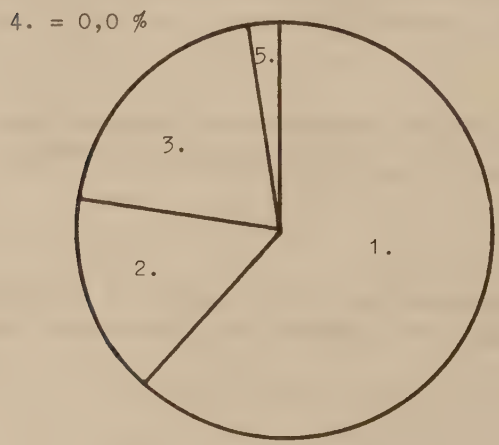
Befund der Weichteile:

Bezüglich der Weichteilverhältnisse waren in 50 Fällen (63,3 %) die Weichteile vollständig saniert. Es lag auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kein rezidivierender akuter Infekt vor, der weiterer Behandlung bedurfte (Tab. 57, Abb. 16).

Tab. 57: Befund der Weichteile

n. / Befund	n Fälle	n %
1. Ohne Fistel, reizlos	50	63,3
2. Gelegentl. kleine Fistel, reizlos	12	15,2
3. Permanente Fistel	15	19,0
4. Rezidiv. akut. Infekt	-	0,0
5. Amputiert	2	2,5
Gesamt	79	100,0

Abb. 16: Befund der Weichteile



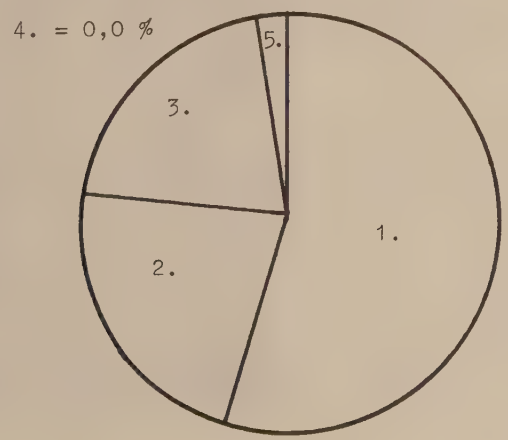
Röntgen-Befund:

Der röntgenologische Befund zeigte, daß bei 62 Femurschäften (78,5 %) die Pseudarthrose knöchern durchbaut und bei weiteren 15 Femurschäften (19,0 %) die Durchbauung absehbar war. Es gab auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine fortbestehende Pseudarthrose mehr (Tab. 58, Abb. 17).

Tab. 58: Röntgen-Befund des Femurschaftes

n. / Befund	n Femurschäfte	n %
1. knöchern durchbaut, belastungsstabil	45	57,0
2. knöchern durchbaut, Defekt belastungsstabil	17	21,5
3. in knöcherner Durchbauung	15	19,0
4. fortbestehende Pseudarthrose	-	0,0
5. amputiert	2	2,5
Gesamt	79	100,0

Abb. 17: Röntgen-Befund des Femurschaftes



Relation zwischen dem Röntgen- und Weichteile-Befund:

Aus der Betrachtung der Relation zwischen dem Röntgen- und Weichteile-Befund ergab sich hinsichtlich des Erfolges bzw. Mißerfolges eine Einteilung der Behandlung in:

1) Erfolgreiche Behandlung:

A. Knöchern durchbaut, belastungsstabil
B. Knöchern durchbaut, Defekt, belastungsstabil
C. In knöcherner Durchbauung begriffen
I. Ohne Fistel, reizlos
II. Gelegentlich kleine Fistel, reizlos

2) Erfolglose Behandlung:

D. Fortbestehende Pseudarthrose
III. Permanente Fistel
IV. Rezidivierender akuter Infekt
V. Amputiert

Zusammenfassend: 62 Fälle (78,5 %) wurden bezüglich des Röntgen- und Weichteile-Befundes und 15 Fälle (19,0 %) allein bezüglich des Röntgen-Befundes, bei permanenter Fistel, erfolgreich behandelt. 2 Fälle (2,5 %) zeigten Ergebnisse einer erfolglosen Behandlung (Tab. 59).

Tab. 59: Röntgen- und Weichteile-Befund am Femurschaft

Befund	I.	II.	III.	IV.	V.
A.	32	7	6	-	-
B.	10	2	5	-	-
C.	8	3	4	-	-
D.	-	-	-	-	-
V.	-	-	-	-	2

Röntgen-Bilder:

Abb. 18 a: Infektpseudarthrose nach Plattenosteosynthese; Reosteosynthese mit überbrückender Platte und zusätzlicher autologer Spongiosaplastik.

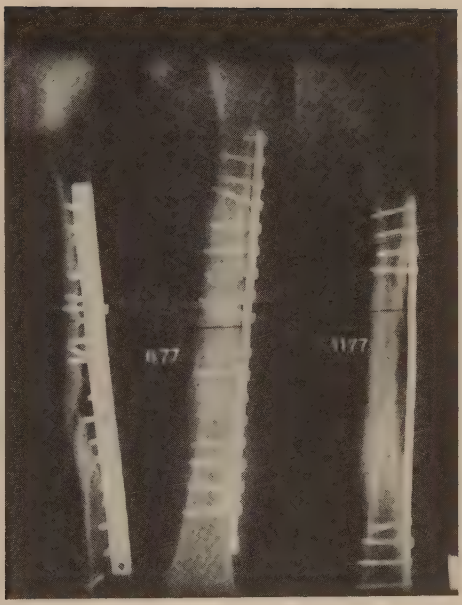


Abb. 18 b: Ausheilungszustand nach 1 Jahr.

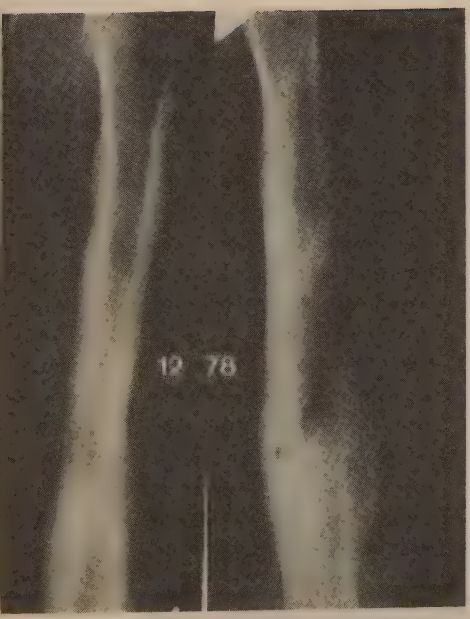


Abb. 19 a: Infektpseudarthrose nach Condylenplattenosteosynthese

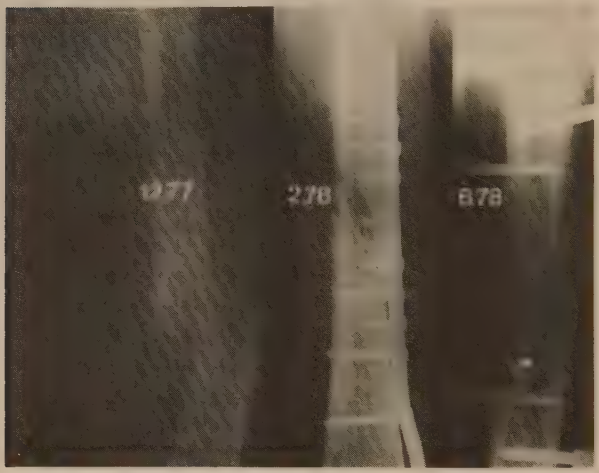


Abb. 19 b: Umsetzung auf äußere Fixation mit WAGNER-Apparat und zusätzliche autologe Spongiosaplastik. Ausheilungszustand nach 1 Jahr.

Abb. 20 a: Infektpseudarthrose nach Marknagelosteosynthese; Umnagelung und zusätzliche autologe Spongiosaplastik.

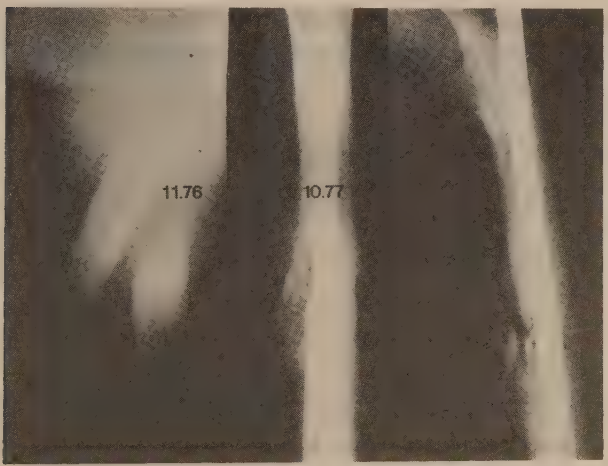


Abb. 20 b: Ausheilungszustand nach 14 Monaten.

Fehlstellungen:

Fehlstellungen wurden bei 20 Femurschäften (25,3 % der nachuntersuchten Fälle) beobachtet. In der Mehrzahl handelte es sich um nicht korrekturbedürftige Varuspositionen (Tab. 60).

Tab. 60: Fehlstellungen am Femurschaft

Art der Fehlst.	5°	10°	20°	30°	n Fälle	n %
Varus	6	3	-	-	9	45,0
Valgus	2	-	-	-	2	10,0
Außen-Rot.	2	2	1	3	8	40,0
Innen-Rot.	-	-	1	-	1	5,0
Gesamt					20	100,0

Verkürzungen:

Neben den 2 amputierten Oberschenkeln fand man in 33 Fällen (41,8 %) eine Verkürzung der betreffenden Extremität von 1 bis mehr als 7 cm (Tab. 61).

Tab. 61: Verkürzungen

n cm	n Fälle
1	3
1,5 - 2,5	11
3 - 4	7
5 - 7	9
mehr als 7	3
Gesamt	33

Minderung der Erwerbsfähigkeit:

Bei 42 der 77 nachuntersuchten Patienten wurde die Minderung der Erwerbsfähigkeit berücksichtigt. Die Minderung reichte von 10 bis 100 %, wobei die Minderung der Erwerbsfähigkeit um 20 % bei 10 Patienten und um 40 % bei 9 Patienten am häufigsten war (Tab. 62).

Tab. 62: Minderung der Erwerbsfähigkeit (= MdE)

MdE (%)	n Patienten
10	1
20	10
30	6
40	9
50	6
60	5
70	3
80	1
90	-
100	1
Gesamt	42
ohne Angabe	35
Gesamt	77

4. DISKUSSION

Das Ziel der heutigen Infektpseudarthrose-Behandlung ist die möglichst weitgehende funktionelle und anatomische Wiederherstellung der betroffenen Extremität, d.h. Schaffung der Belastungsstabilität zu einem möglichst frühen Zeitpunkt bei erhaltener Länge und richtiger Achsenstellung des Knochens sowie funktionstüchtiger Muskulatur und Gelenke unter Sanierung des Infektes. Das Erreichen dieses Zieles ist oft schwer und nur mit großem Aufwand an Zeit, Material und Personal zu erreichen. Entsprechend finden sich in der Literatur zahlreiche Vorschläge, die bei Verkürzung der Behandlungsdauer eine Verbesserung der Ergebnisse bringen sollen (15).

In den letzten 10 Jahren setzte sich in der Infektpseudarthrosen-Behandlung die moderne, aktive operative Behandlungsmethode gegenüber der konventionell-klassischen operativen Behandlungsmethode durch (84). Diese moderne operative Behandlung beinhaltet vor allem die Stabilisierung der Infektpseudarthrose durch eine stabile Osteosynthese, wobei die endgültige Infekt- und Weichteilsanierung relativ problemlos nach der knöchernen Durchbauung der Pseudarthrose durchgeführt wird.

Ziel der Behandlung während der akuten Entzündungsphase ist es, den akuten Infekt möglichst schnell zum Abklingen zu bringen und in ein blandes Stadium zu überführen. Dies gelingt in aller Regel nur durch das Anlegen einer stabilen Osteosynthese. Autologe Spongiosaplastik, Spül-Saugdrainage, Sequestrotomie und antibiotische Therapie kommen als ergänzende Maßnahmen mit unterstützender Wirkung hinzu (71). Während der gesamten Behandlungszeit sind aktive Bewegungsübungen zur Erzielung guter funktioneller Ergebnisse der betroffenen Extremität, einschließlich der Gelenke, besonders wichtig (72).

Die relativ große Zahl der Infektpseudarthrosen des Femurschaftes (insgesamt 79 Femurschäfte bei 77 Patienten), welche zwischen 1969 und 1977 in der septischen Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen behandelt wurden, kann man vorwiegend auf folgende Tatsachen zurückführen:

1. Zunehmende Straßenverkehrsdichte mit einer großen Zahl offener Frakturen bei schwerer Weichteilschädigung.

2. Ansteigende Tendenz zur operativen Knochenbruchbehandlung, wobei häufig eine falsche Indikationsstellung vorliegt.

3. Unzureichend oder falsch ausgeführte Osteosynthesen, die den heutigen Anforderungen an Stabilität und Weichteiltechnik nicht genügen.

4. Verspätete Überweisung von Patienten nach langjährigen erfolglosen Versuchen, die Infektpseudarthrosen des Femurschaftes zur Heilung zu bringen oder nach Auftreten einer posttraumatischen Osteomyelitis.

In dieser Arbeit wird man zuerst die Ausgangssituation von den 79 Infektpseudarthrosen des Femurschaftes, dann die Behandlung derselben und schließlich die Nachuntersuchungsergebnisse diskutieren.

Von den 77 Patienten, deren Unfallzeitpunkt meistens zwischen 1967 und 1977 lag, waren 65 Männer (84,4 %) und nur 12 Frauen (15,6 %). Dies entspricht der Tatsache, daß in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen vorwiegend männliche Patienten mit Folgen von Arbeits- und Wegeunfällen behandelt werden, da Männer im Arbeits- und Berufsleben vermehrt verletzungsgefährdet sind.

Das Durchschnittsalter am Unfalltag betrug 32 Jahre; der jüngste Patient war 3 Jahre, der älteste 73 Jahre.

41 Patienten waren polytraumatisiert. Sie waren meistens Opfer von Verkehrsunfällen, denn zur Erzeugung einer Femurfraktur ist eine große Unfallgewalt nötig.

Linker und rechter Femurschaft waren etwa gleich häufig betroffen.

Offene Frakturen wurden bei 29 Femurschäften, geschlossene Frakturen bei 50 Femurschäften diagnostiziert.

Die Frakturen waren bevorzugt im mittleren Femurschaftdrittel lokalisiert (52,0 %). In 49,4 % entstanden durch die große Unfallgewalt vorwiegend schwere Trümmerfrakturen, deren operative Behandlung oft nicht einfach war.

BENOIT u.Mitarb. (10) hatten mit der Lokalisation der Fraktur folgende Erfahrungen: Von den 37 Pseudarthrosen des Femurschaftes waren 31 Pseudarthrosen (83,8 %) im mittleren Schaftdrittel lokalisiert.

Nach WEBER und ČECH (84) sowie SAXER (66) besteht ein Zusammenhang zwischen der Lokalisation der Fraktur und dem Infekt bzw. der Frakturform und der Entstehung einer Pseudarthrose, da mit einem Infekt am ehesten diaphysär zu rechnen ist, während die Trümmerfrakturen mit einer höheren Pseudarthroserate belastet sind als einfache Frakturen.

10 Femurschäfte wurden bei der Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung konservativ, 69 Femurschäfte dagegen operativ behandelt. Davon wurden 36 Femurschäfte sofort bzw. innerhalb von 24 Stunden nach dem Unfallzeitpunkt operiert, wobei man sich 47 mal für eine Plattenosteosynthese, 17 mal

für eine Markraumnagelung und nur 3 mal für eine instabile Osteosynthese (Schrauben, Cerclagen und Rush-pins) entschieden hatte.

Bei 17 Femurfrakturen wurden auswärts eine, bei 1 Femurfraktur zwei Reosteosynthesen durchgeführt. Dabei hatte man sich 7 mal für die Markraumnagelung entschieden, obwohl man sie unter septischen Bedingungen durchführen mußte. Dies ist nach WEBER und ČECH (84) nicht ungefährlich, da wegen der Gefahr einer Verschleppung der Infektion möglicherweise zur Entstehung einer Markraumphlegmone beigetragen wird.

Noch während der Frakturheilung entfernte man wegen der posttraumatischen Osteomyelitis mehrmals die noch stabilisierenden Metallimplantate. Diese Entscheidung widerspricht der Meinung von BURRI (15), IMMENKAMP und HIERHOLZER (33), MÜLLER u.Mitarb. (53), SCHMELZEISEN und WELLER (72). Denn auf jeden Fall ist ein Metallimplantat auch bei einer infizierten Fraktur so lange zu belassen als es die Fixation der Fragmente gewährleistet (53).

Die Mehrheit der Patienten wurde zunächst in auswärtsgelegenen Kliniken/Krankenhäusern behandelt; erst nach durchschnittlich 9 Monaten erfolgloser Behandlungsdauer wurden 65 Patienten zur Infektpseudarthrosen-Behandlung in die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen überwiesen.

Bei der Infektpseudarthrosen-Behandlung des Femurschaftes waren insgesamt 495 operative Behandlungsmaßnahmen notwendig. Dabei stand die absolute Stabilität (101 Stabilisierungen) im Vordergrund. Alle anderen Behandlungsmaßnahmen (394 mal) hatten eine ergänzende Bedeutung.

Bei 18 Femurschäften wurde während der Infektpseudarthrose-Behandlung keine Stabilisierung vorgenommen (22,8 %); hierbei wurden an 12 Femurschäften bereits vorhandene, noch stabile Osteosynthesen in situ belassen. Nach Bekämpfung des akuten Infektes wurde der knöcherne Durchbau der Pseudarthrose trotz Fistel abgewartet und das Osteosynthesematerial erst nach abgeschlossener Knochenheilung entfernt. Hier kam zur Sanierung des Infektes vorwiegend die Spül-Saugdrainage zur Anwendung. Bei 5 Femurschäften hatte man das Metallimplantat entfernt und durch Ruhigstellung in Gipsschalen und durch andere Maßnahmen (vor allem die Spül-Saugdrainage) die Infektpseudarthrosen zur Ausheilung gebracht. Einer von den 18 Femurschäften mußte amputiert werden, weil die betroffene Extremität wegen der sehr schlechten Durchblutungsverhältnisse nicht mehr erhalten werden konnte.

Dagegen wurden bei 36 Femurschäften (45,6 %) eine Stabilisierung und bei 25 Femurschäften (31,6 %) zwei und mehr Stabilisierungen durchgeführt. Es wurden also insgesamt 101 Stabilisierungen durchgeführt. Von diesen 101 Stabilisierungen wurden Plattenosteosynthesen (79 mal) vor anderen Osteosynthesen (9 mal Markraumnagel und 13 mal äußere Fixation) bevorzugt, wobei die Condylenplattenosteosynthesen (48 mal) am häufigsten vertreten waren.

Bei WEBER und ČECH (84) war bei der Infektpseudarthrosen-Behandlung des Femurschaftes der Fixateur externe die häufigste Osteosyntheseart und bei EVRARD und D'AUBIGNE (21) wurde ausschließlich der Fixateur externe angewandt.

In der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen entschied man sich während der Infektpseudarthrosen-Behandlung 30 mal für Beibehaltung und 10 mal für Wechsel der

Stabilisierungsmaßnahmen. Dabei wurde das Verfahren bei der zweiten Stabilisierung 6 mal geändert. Hier wurde eine deutliche Tendenz zur Plattenosteosynthese beobachtet, d.h. vom Markraumnagel (3 mal) und der äußeren Fixation (3 mal) wurde zur Plattenosteosynthese gewechselt. Bei der dritten Stabilisierung wurde das Verfahren 2 mal, bei der vierten 1 mal und bei der fünften 1 mal gewechselt. Auch hier wurden bis auf zwei Fälle von äußerer Fixation nur Plattenimplantate verwendet.

Bei der Therapie von infizierten Pseudarthrosen des Femurschaftes kamen neben den 101 Stabilisierungen insgesamt 394 flankierende Behandlungsmaßnahmen vor. Davon kamen die Spül-Saugdrainage (124 mal) und die autologe Spongiosaplastik (113 mal) am häufigsten zur Anwendung. Außerdem waren 57 mal Sequestrotomien und 76 mal Weichteileingriffe erforderlich. Diese Behandlungsmaßnahmen, die vor allem zur Sanierung des Infektes notwendig waren, kamen auch bei EVRARD und D'AUBIGNE (21), EVRARD und LEBARD (22), SAXER (66), WEBER und ČECH (84) vor.

Die Spül-Saugdrainage wurde bei 26 Femurschäften 1 mal, bei 16 Femurschäften 2 mal und bei 14 Femurschäften 3 mal und mehr angelegt. Die autologe Spongiosaplastik wurde bei 28 Femurschäften 1 mal, bei 23 Femurschäften 2 mal und bei 10 Femurschäften 3 mal und mehr durchgeführt. Nur 2 mal hatte man sich für einen autologen cortikospongiösen Span zur medialen Abstützung und 8 mal für eine homologe Spongiosaplastik entschieden.

Die durchschnittliche stationäre Behandlungsdauer in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen betrug bei den 77 Patienten 9,5 Monate.

Die bakteriologische Charakteristik der Wundabstriche ergab, daß es sich bei den meisten Patienten um eine Infektion mit Staphylococcus aureus (42,3 %) handelte. Dies entspricht den in der Literatur vorkommenden Wundabstrichsergebnissen (7, 9, 15, 20, 22, 24, 28, 57, 65).

Ein Vergleich der Wundabstrichsergebnisse aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wurde in Bezug auf die Resultate von FENGLER (24) und HIEBER (28) zusammengestellt. FENGLER (A) hatte im Zeitraum von 1969 bis 1973, HIEBER (B) im Zeitraum von 1969 bis 1976 und diese Arbeit (C) im Zeitraum von 1969 bis 1977 folgende Erreger-Reihenfolge gefunden:

A:

	%
1. St. aureus	38
2. Ps. aerug.	26
3. Proteus	15
4. Colibakt.	6
5. St. epid.	4
6. Sonstige	11

B:

	%
1. St. aureus	33,8
2. Ps. aerug.	21,1
3. Proteus	9,0
4. Colibakt.	8,3
5. Streptok.	8,3
6. Sonstige	19,5

C:

	%
1. St. aureus	42,3
2. Ps. aerug.	17,1
3. Colibakt.	11,1
4. Klebsiella	8,8
5. Enterobacter	6,7
6. Sonstige	14,0

Staphylococcus aureus ist in allen 3 Serien der häufigste Erreger. Der zweithäufigste Erreger ist Pseudomonas aeruginosa, den man als "Hauskeim" bezeichnen kann, weil die

Häufigkeit dieser Erregerart in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen gegenüber anderen Kliniken deutlich erhöht ist (15). Man sieht aus der Zusammenstellung, daß eine starke Zunahme der Problemkeime aus dem gramnegativen Spektrum zu verzeichnen ist.

Der Durchschnittszeitpunkt der Nachuntersuchung nach dem Unfalltag betrug bei den meisten Patienten 33 Monate.

Funktionelle Ergebnisse wurden nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Dabei hatte man im Hüftgelenk 4 mal und im Kniegelenk 14 mal eine Versteifung festgestellt. Außerdem waren 41 Fälle im Hüftgelenk in den verschiedenen Funktionen eingeschränkt. Im Kniegelenk wurde die Extension-Flexion-Funktion in 65 Fällen eingeschränkt. Diese noch verbesserungswürdigen funktionellen Resultate entsprechen in etwa denen von EVRARD und D'AUBIGNE (21). Fehlstellungen wurden in 20 Fällen beobachtet. Verkürzungen von 1 cm und mehr fand man in 33 Fällen.

Wesentlich bessere Ergebnisse wurden bezüglich des Röntgen- und Weichteilbefundes festgestellt:

Der röntgenologische Befund zeigte, daß bei 62 Femurschäften (78,5 %) die Pseudarthrose knöchern durchbaut und bei weiteren 15 Femurschäften (19,0 %) die Durchbauung absehbar war. Es gab keine fortbestehende Pseudarthrose mehr.

Bezüglich der Weichteilverhältnisse waren in 50 Fällen (63,3 %) die Weichteile vollständig saniert. In 12 Fällen wurden kleine reizlose Fisteln und in 15 Fällen permanente Fisteln beobachtet, die allerdings kein großes therapeutisches Problem darstellten, denn der knöcherne Durchbau der Pseudarthrosen war bereits abgeschlossen bzw. absehbar.

Nur 2 mal mußte man eine Amputation (2,5 %) nach Ausschöpfung aller möglichen erfolgversprechenden Behandlungsmaßnahmen durchführen. Beide Femurschäfte wurden in den auswärtigen Kliniken/Krankenhäusern jeweils mit einem Markraumnagel in der Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung stabilisiert, allerdings mit der Folge eines massiven akuten Infektes. Erst nach 18,5 bzw. 15,5 Monaten erfolgloser operativer und konservativer Erst- bzw. Infektpseudarthrose-Behandlung kamen beide Patienten in die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen. Hier wurde nach 1 bzw. 3 Monaten der betreffende Oberschenkel amputiert.

Die Amputationsrate von infizierten Pseudarthrosen des Femurschaftes war 37,5 % bei EVRARD und LEBARD (22), 3,6 % bei EVRARD und D'AUBIGNE (21) und 0,0 % bei SAXER ((66); allerdings mit 13 % fortbestehenden Pseudarthrosen). Damit liegt die Amputationsrate in dieser Arbeit mit 2,5 % günstig.

Die Infektpseudarthrose-Behandlung des Femurschaftes in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen entspricht den Forderungen einer modernen operativen Therapie bei infizierten Pseudarthrosen und dank dieser Therapie sind gute Ergebnisse erzielt worden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die infizierte Pseudarthrose stellt ein schwieriges therapeutisches Problem dar, da sie als schwerwiegendste Komplikation der Knochenbruchheilung zu betrachten ist.

Zur Behandlung der Infektpseudarthrosen des Femurschaftes eignet sich am besten die moderne, aktive operative Behandlungsmethode, die vor allem aus einer übungsstabilen Osteosynthese besteht. Außerdem beinhaltet diese Methode die Anwendung von flankierenden Behandlungsmaßnahmen wie Spül-Saugdrainage, Knochentransplantation von autologer Spongiosaplastik, Sequestrotomie, Weichteilsanierung und antibiotischer Therapie. Diese Maßnahmen tragen neben der Stabilisierung zur Sanierung des Infektes und zur Unterstützung der knöchernen Durchbauung der Pseudarthrose bei.

Im Zeitraum von 1969 bis 1977 wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen nach dieser Behandlungsmethode insgesamt 79 Infektpseudarthrosen des Femurschaftes (bei 77 Patienten) behandelt. Davon wurden 77 infizierte Pseudarthrosen des Femurschaftes, die vorwiegend mit einer Plattenosteosynthese stabilisiert wurden, erfolgreich zur Ausheilung gebracht. Nur 2 Femurschäfte (2,5 %) zeigten Ergebnisse einer erfolglosen Behandlung, d.h. sie wurden amputiert.

Durch konsequente operative Sanierung der Infektpseudarthrose des Femurschaftes mit meist mehreren Behandlungsschritten gelingt es bezüglich des Röntgen- und Weichteilbefundes bzw. der Funktion annehmbare Ergebnisse zu erzielen.

6. LITERATUR

1. ACKERKNECHT, E. H.: Geschichte der Medizin
Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1977

2. ALLGÖWER, M.: Allgemeine und spezielle Chirurgie
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1976

3. ARENS, W.: Die Behandlung der eiternden Falschgelenkbildungen der langen Röhrenknochen
Hefte z. Unfallhk. 94, 35 (1968)

4. ARENS, W.: Die operative Behandlung der Falschgelenkbildung der langen Röhrenknochen bei gleichzeitig bestehender fistelnder, chronisch-eitriger Osteomyelitis
Die posttraumatische Osteomyelitis
Int. Sympos. Bochum 1969
Ed. HIERHOLZER, G. u. REHN, J.
F. K. Schattauer-Verlag, Stuttgart-New York 1970

5. ASCHE, G., KLEMM, K.: Frühintervention bei infizierten Osteosynthesen unter Verwendung von Gentamycin PMMA-Kugelketten
act. traumatol. 8, 5 (1978)

6. AXHAUSEN, W.: Die Bedeutung der Individual- und Artspezifität der Gewebe für die freie Knochenüberpflanzung
Hefte z. Unfallhk. 72, 1 (1962)

7. BAUER, H.: Die frische Infektion nach operativer Frakturenbehandlung
Ztschr. Orthop. 114, 643 (1976)

8. BAUMANN, D., WITT, A. N.: Fixation von kniegelenksnahen Frakturen und Pseudarthrosen mit dem Schaft von Scharnierprothesen
Arch. Orthop. Unfallchir. 89, 25 (1977)

9. BEDACHT, R.: Klinik und Therapie der Osteomyelitis
Chir. praxis 16, 7 (1972)

10. BENOIT, J., CIROTTEAU, Y., HUARD, C., TOMENO, B.: Etude critique des échecs dans le traitement des fractures fraîches de la diaphyse fémorale
A propos de 330 cas
Rev. Chir. Orthop. 60, 465 (1974)

11. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchheilung
Maudrich-Verlag, Wien 1953

12. BÖHM, E., HÖRSTER, H.-G.: Histologische Verlaufsuntersuchungen bei der lokal mit Gentamycin behandelten chronischen Osteomyelitis
182... siehe 16

13. BREUNINGER, H., VEIHELMANN, D., DOMRES, B.: Indikationen für den äußeren Spanner (Fixateur externe) in der Knochenchirurgie
Fortschr. Med. 95, 1653 (1977)

14. BRÜCKNER, H.: Frakturen und Luxationen
VEB- Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1978

15. BURRI, C.: Posttraumatische Osteitis
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Wien 1974

16. BURRI, C., RÜTER, A.: Lokalbehandlung unfallchirurgischer Infektionen
Lokalbehandlung chirurgischer Infektionen
11. Reisensburger Workshop zur klinischen Unfallchirurgie 1978
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Wien 1979

17. ČECH, O.: Operační technika zkracování stehení kosti při nestejné délce končetin (Tschechisch)
Acta chir. orthop. et traumatol. Cech.
36, 275 (1969)

18. DASCHNER, F.: Probleme der antibakteriellen Lokaltherapie
18... siehe 16

19. DECKER, S., SOEDER, H.: Beitrag zur Pathogenese und Therapie der Defektpseudarthrosen
Klinische und experimentelle Erfahrungen
Unfallhk. 81, 417 (1978)

20. DINGELDEIN, E.: Spektrum und Empfindlichkeit bakterieller Erreger unter der Behandlung von Knocheninfektionen mit Gentamycin-Polymethylmethacrylat
113... siehe 16

21. EVRARD, J. D'AUBIGNE, R. M.: Traitement des pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale
Rev. Chir. Orthop. 64, 45 (1978)

22. EVRARD, J., LEBARD, J.-P.: Pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale
Rev. Chir. Orthop. 57, 527 (1971)

23. FAIT, M., JANOVEC, M.: Komplikace při vyrovnávání nestejné délky dolních končetin osteotomií Berce a distrakcí (Tschechisch)
Acta chir. orthop. et traumatol. Cech.
36, 279 (1969)

24. FENGLER, A.: Infektpseudarthrosen des Tibiaschaftes
Inaug. Diss., Tübingen 1976

25. FLACH, K.: Erscheinungen der posttraumatischen
Osteomyelitis im Röntgenbild
21... siehe 4

26. GÖTZ, J., KLEMM, K., SCHELLMANN, W. D.: Osteosynthese
infizierter Femur-Pseudarthrosen mit dem
Verriegelungsnagel
Arch. Orthop. Unfallchir. 90, 275 (1977)

27. HABERMANN, E., LÖFFLER, H.: Spezielle Pharmakologie
und Arzneitherapie
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York
1977

28. HIEBER, W. D.: Die infizierte Tibiaschaftpseudarthrose
- Klinische Studie an 208 Fällen -
Inaug. Diss., Tübingen 1978

29. HIERHOLZER, G.: Grundlagen der lokalen chemotherapeu-
tischen Infektbehandlung
11... siehe 16

30. HILDERBRANDT, G., ARNHOLD, G.: Osteosynthesen bei Pseud-
arthrosen
Beitr. Orthop. Traumatol. 23, 157 (1976)

31. IDELBERGER, K.: Lehrbuch der Orthopädie
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York
1978

32. ILIZAROV, G. A., KAPLUNOV, A. G., DEGTIAREV, V. E., LEDIAEV, V. I.: Leceni loschnych sustavov i nesrosschiksia perelomov, osloschnennyk gnoinoi infektsiei, metodom kompressionno-distraktsionnogo osteosinteza (Russisch) Ortop. Travmatol. Protez. 33, 10 (1972)

33. IMMENKAMP, M., HIERHOLZER, G.: Die infizierte Pseudarthrose Berg. Unfallmed. Tagung, Murnau 1970

34. KALLENBERGER, A.: Experimentelle Untersuchungen zur Gewebsverträglichkeit von Desinfektionslösungen 87... siehe 16

35. KALLENBERGER, A., ROTH, W., LEDERMANN, M.: Experimentelle und bakteriologische Untersuchungen zur Wahl des Spülmittels für die antibakterielle Spüldrainage 265... siehe 4

36. KLEMM, K.: Erfahrungen mit der geschlossenen und offenen Spüldrainage bei der Behandlung der chronischen Osteomyelitis 137... siehe 4

37. KLEMM, K.: Die modifizierte Trümmerbruchnagelung zur Stabilisierung der infizierten Pseudarthrosen Hefte z. Unfallhk. 110, 240 (1972)

38. KLEMM, K.: Die Stabilisierung infizierter Pseudarthrosen mit dem Verriegelungsnagel Langenbeck's Arch. klin. Chir. 334, 559 (1973)

39. KLEMM, K.: Anwendung von Gentamycin-PMMA-Kugeln in der Behandlung infizierter Pseudarthrosen
Vortragstext: 53. Tagung der Vereinigung der Bayerischen Chirurgen, Erlangen 1976

40. KLEMM, K.: Indikation und Technik zur Einlage von Gentamycin-PMMA-Kugeln bei Knochen- und Weichteilinfektionen
121... siehe 16

41. KNAPP, U., WELLER, S.: Bakterielle Kontamination von Operationswunden im konventionellen Operationsraum und in der Reinraumkabine
act. traumatol. 7, 149 (1977)

42. KNAPP, U., WELLER, S.: Weichteilversorgung bei offenen Frakturen
Zbl. Chir. 104, 154 (1979)

43. KÖNIG, G.: Probleme der anbehandelten infizierten Fraktur
Ztschr. Orthop. 114, 644 (1976)

44. KÖNN, G., POSTBERG, B.: Zur Abgrenzung der posttraumatischen Osteomyelitis gegenüber anderen Knocheninfektionen vom Standpunkt des Pathologen
3... siehe 4

45. KRÁL, J.: Léčení chronických hnisavých onemocnění kostí a kloubů kontinuální výplachovou drenáží (Tschechisch)
Acta chir. orthop. et traumatol. Cech. 41, 244 (1974)

46. KÜNTSCHER, G.: Praxis der Marknagelung
Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962

47. LAMBIRIS, E., FRIEDEBOLD, G., ZILCH, H.: Lokalbehandlung chirurgischer Infektionen mit PMMA-Kugeln und -Ketten - Ergebnisse aus Berlin
161... siehe 16

48. LINZENMEIER, G.: Bakteriologische Probleme der posttraumatischen Osteomyelitis
215... siehe 4

49. LISSNER, J.: Radiologie II
Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1979

50. LÖFFLER, F., MATZEN, P. F., KNÖFLER, E.:
Orthopädische Operationen
Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1979

51. MATZEN, P. F.: Orthopädie für Studierende
J. A. Barth-Verlag, Leipzig 1977

52. MITTELMEIER, H., NIZARD, M., TEMME, C.: Indikationen, Technik und Komplikationen der Marknagelung aus orthopädischer Sicht
Ztschr. Orthop. 115, 790 (1977)

53. MÜLLER, M. E., ALLGÖWER, M., SCHNEIDER, K.
WILLENEGGER, H.: Manual der Osteosynthese
AO-Technik
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York
1977

54. MÜLLER, J., WILLENEGGER, H., LUSSER, G., GOOD, H.:
Klinische Erfahrungen mit Desinfektionslösungen bei posttraumatischer Osteitis
97... siehe 16

55. PFISTER, U.: Stabilisierung infizierter Frakturen und Pseudarthrosen
Münch. med. Wochenschr. 118, 1227 (1976)

56. PLAUE, R.: Behandlung infizierter Pseudarthrosen
Behandlung der sekundär-chronischen Osteomyelitis
Bücherei Orthop. 13, 152 (1974)

57. POPKIROV, S.: Die Behandlung der hämatogenen und der traumatischen Osteomyelitis
VEB-Verlag Volk u. Gesundheit, Berlin 1971

58. PROBST, J.: Reosteosynthese langer Röhrenknochen
Hefte z. Unfallhk. 112, 14 (1973)

59. PSCHYREMBEL, W.: Klinisches Wörterbuch
252. Auflage
Walter de Gruyter-Verlag, Berlin-New York 1975

60. REHN, J.: Pseudarthrosen und Fehlstellungen bei distalen Oberschenkelfrakturen
act. traumatol. 2, 87 (1972)

61. RICARD, R.: Le traitement des pseudarthroses diaphysaires infectées des membres
Rev. Chir. Orthop. 50, 51 (1964)

62. RIETBROCK, N., BRUCHHAUSEN, F. v.: Chemotherapie, Pharmakotherapie, klinische Pharmakologie
Ed. FÜLGRAFF, G. u. PALM, D.
Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart-New York 1979

63. ROMPE, G., ERLENKÄMPER, A.: Begutachtung der Haltungs- und Bewegungsorgane
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1978

64. SANDRITTER, W.: Histopathologie
F. K. Schattauer-Verlag, Stuttgart-New York 1975

65. SAVOINI, E.: Moderne Richtungen in der Behandlung der chronischen Osteomyelitis (Knochenmarkentzündungen)
Ztschr. Orthop. 113, 344 (1975)

66. SAXER, U.: Zur Behandlung infizierter Pseudarthrosen
Hefte z. Unfallhk. 114, 301 (1973)

67. SCHAUWECKER, F.: The practice of osteosynthesis
A manual of accident surgery
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1974

68. SCHAUWECKER, F., WELLER, S.: Ursachen der knöchernen Infektion nach Osteosynthese
31... siehe 4

69. SCHNELLNACK, K., KNOPF, W., REGLING, G.:
Der Fixateur externe - Indikationen und Erfahrungen
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 23, 353 (1976)

70. SCHINDLER, A.: Die Behandlung der fistelnden infizierten Defektpseudarthrose mit Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik
Bruns' Beitr. klin. Chir. 216, 223 (1968)

71. SCHMELZEISEN, H.: Behandlung und Ergebnisse bei infizierten Pseudarthrosen
Mschr. Unfallhk. 76, 437 (1973)

72. SCHMELZEISEN, H., WELLER, S.: Indikation und Behandlungsmaßnahmen bei der posttraumatischen Osteomyelitis
act. traumatol. 1, 87 (1971)

73. SCHMELZEISEN, H., WELLER, S.: Biomechanische Probleme bei der Therapie infizierter Frakturen
act. traumatol. 7, 2 (1977)

74. SCHMITT, W.: Allgemeine Chirurgie
J. A. Barth-Verlag, Leipzig 1977

75. SCHNEIDER, R.: Infekt und Stabilität
230... siehe 16

76. SCHWEIBERER, L., KLAPP, F., CHEVALIER, H.: Platten- und Schraubenosteosynthese bei Frakturen und Pseudarthrosen des Ober- und Unterschenkels
Der Chirurg 46, 155 (1975)

77. SPRÖSSIG, M., ANGER, G.: Mikrobiologisches Vademekum
VEB Gustav Fischer-Verlag, Jena 1976

78. TSCHERNE, H., OESTERN, H. J., TRENZ, O.: Spätergebnisse der distalen Femurfraktur und ihre besonderen Probleme
Zbl. Chir. 102, 897 (1977)

79. WACHSMUTH, W.: Die Operationen an der unteren Extremität
Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre
Ed. GULEKE, N. u. ZENKER, R.
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956

80. WAGNER, H.: Technik und Indikation der operativen Verkürzung und Verlängerung von Ober- und Unterschenkel
Orthopädie 1, 59 (1972)

81. WAHLIG, G. H.: Experimentelle Grundlagen für die Anwendung von antibiotikahaltigem Polymethylmethacrylat
103... siehe 16

82. WALCHER, K.: Zur Defektüberbrückung bei der post-traumatischen und postosteomyelitischen Pseudarthrose
act. traumatol. 2, 169 (1972)

83. WANNSKE, M., MOHADJER, M.: Wert des Antibiotikazusatzes zur Spülflüssigkeit bei der Spül-Saugdrainage
75... siehe 16

84. WEBER, B. G., ČECH, O.: Pseudarthrosen
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Wien 1973

85. WEISE, K., KNAPP, U., SCHMELZEISEN, H.: Infizierte Defektpseudarthrosen des Femurschaftes
Vortrag in Duisburg zum 60. Geburtstag von Professor Rehn (1978)

86. WELLER, S.: Behandlungsprinzipien von Pseudarthrosen
Der Chirurg 10, 445 (1967)

87. WILLENEGGER, H.: Klinik und Therapie der pyogenen Knocheninfektionen
Der Chirurg 41, 215 (1970)

88. WILLENEGGER, H.: Frakturenlehre
386... siehe 2

89. WILLENEGGER, H.: Indikation, Wirkungsweise und Technik der Spül-Saugdrainage
68... siehe 16

90. WILLENEGGER, H., LEDERMANN, M.: Die operative Therapie der Infektion nach Osteosynthese
Hefte z. Unfallhk. 102, 41 (1970)

91. WILLENEGGER, H., ROTH, W.: Die antibakterielle Spüldrainage als Behandlungsprinzip bei chirurgischen Infektionen
Dtsch. med. Wschr. 87, 1485 (1962)

92. WILLENEGGER, H., MÜLLER, J., ROTH, B.:
Zur Behandlung der postoperativen Wundinfektion nach Osteosynthese.
Zielsetzung und Bewährtes
Der Orthopäde 6, 208 (1977)

93. WILLENEGGER, H., LEDERMANN, M., WAHL, H. G., PLASS, U.:
Über das Wesen der Spüldrainage
79... siehe 4

94. WITT, A. N.: Die Defektpseudarthrose
Hefte z. Unfallhk. 94, 24 (1968)

ANHANG

Erhebungsbogen für Infektpseudarthrosen des Femurschaftes:

I. Identifikation:

Geboren.....
Name.....
Vorname.....
Adresse.....
Beruf.....
Unfalltag.....

II. Verletzungsart und Lokalisation:

Monotrauma	ja	0	Bruchform	quer	0
	nein	0		gedreht	0
				Biegungskeil	0
Seite	rechts	0		Zwei Etagen	0
	links	0		Trümmer	0
				ohne Angabe	0
Frakturart	offen	0			
	geschl.	0	Lokalisation	prox.Drittel	0
				mittl.Drittel	0
				dist.Drittel	0

III. Vorbehandlung:

Extension	0
Gips	0
Wundversorgung	0
keine	0

IV. Erst-Versorgung zur Frakturbehandlung:

konservativ		0	
operativ		0	(Datum.....)
außerhalb		0	
BG-Unfallklinik		0	
Marknagelung	offen	0	
	geschl.	0	
Platte		0	
Fixateur externe		0	
Schrauben		0	
Cerclagen		0	
sonstige		0	(Bezeichnung.....)
Antibiotika	ja	0	
	nein	0	
Reosteosynthese	ja	0	(Art, Datum.....)
	nein	0	
Weichteil-	ja	0	Infektion primär 0
eingriffe	nein	0	sekundär 0

Behandlungsdauer bis Übernahme ..... Monate

V. Infektpseudarthrose-Behandlung:

außerhalb	0	(Datum, Klinik.....)
BG-Unfallklinik	0	

1. Stabilisierung ja 0 (Datum.....)
nein 0

Platte DC-Platte 0 Marknagel 0
Condylenplatte 0 äußere Fixation 0
Winkelplatte 0 (z.B. WAGNER-App.)
sonstige 0 (Bezeichnung.....)

Sequestrotomie ja 0 (Daten.....)
nein 0

Spül-Saug- ja 0 (Daten.....)
Drainage nein 0

Spongiosaplastik autolog 0 (Daten.....)
homolog 0
Corticospongiöser Span 0

Weichteil- ja 0 (Art.....)
eingriffe nein 0

2. Stabilisierung ja 0 (Datum.....)
nein 0

Platte 0
äußere Fixation 0
Marknagel 0
sonstige 0 (Bezeichnung.....)

(Für jede weitere Stabilisierung neuen Bogen anlegen)

Stationäre Infektpseudarthrose-Behandlungsdauer in der BG-Unfallklinik .... Monate.

Bakteriologische Charakteristik der Wundabstriche:
.....

VI. Nachuntersuchung:

Datum .... Monate
..... Jahre
(nach Unfall)

Amputation ja 0
nein 0

Funktion (Neutral-Null-Methode)

Hüftgelenk	Streckung-Beugung	...../...../.....
	Abspreizen-Anführen	...../...../.....
	Rotation außen-innen	...../...../.....
Kniegelenk	Streckung-Beugung	...../...../.....

Versteifung ja 0 (wo.....)
nein 0

Weichteile	ohne Fistel, reizlos	0
	gelegentl.kleine Fistel, reizlos	0
	permanente Fistel	0
	rezidiv akut. Infekt	0
Röntgen-Befund	knöchern durchbaut, belastungsstabil	0
	knöchern durchbaut, Defekt, belastungsstabil	0
	in knöcherner Durchbauung	0
	fortbestehende Pseudarthrose	0

Fehlstellung ja 0 (Art, Grad
nein 0 .....)

Verkürzung ja 0 (..... cm)
nein 0

MdE ..... %

LEBENSLAUF

Am 24.2.1947 wurde ich, Ladislav Černík, als Sohn des Rudolf Černík und der Helena Černíková, geb. Špitzkopfová, in Prag / ČSSR geboren.
Von 1953 bis 1962 besuchte ich in Prag-Vršovice die 9-jährige Schule und anschließend machte ich in Prag eine Lehre als Dreher, die ich am 31.8.1965 mit dem Gesellenbrief abschloß. In diesem Beruf arbeitete ich mit Unterbrechung wegen des Militärdienstes in der tschechoslowakischen Armee insgesamt 4 Jahre lang.
1968 kam ich ohne meine Eltern in die Bundesrepublik Deutschland und erhielt hier politisches Asyl.
Von 1968 bis 1973 war ich bei der Fa. Wandel u. Goltermann Reutlingen als Dreher bzw. in der Abteilung Siebdruck beschäftigt.
Von 1971 bis 1974 besuchte ich in Reutlingen das Abendgymnasium, wo ich am 15.6.1974 die Reifeprüfung ablegte.
Im Wintersemester 1974/75 begann ich an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen mit dem Studium der Medizin und bestand am 25.3.1977 die Ärztliche Vorprüfung. Das Studium schloß ich am 19.10.1981 in Tübingen mit der Ärztlichen Prüfung ab.
Von 1978 bis 1981 fertigte ich in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen eine Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin an.
1979 erwarb ich durch Einbürgerung die deutsche Staatsangehörigkeit.
Seit 1979 bin ich verheiratet mit Doris Helbling-Cernik, geb. Helbling. Unsere Kinder, Jirko und Jana, wurden 1979 und 1981 geboren.